EIGENES LABORATORIUM
EIGENE REPARATURWERKSTÄTTE

Radio Amateur

RADIO
TONFILM
FERNSEHEN

WIEN
VI/56, MARIAHILFER STRASSE 71
RUF B-24-2-44

BEZUGSPREISE:
Einzelheft . . . . . RM. 1,—

DAUERBEZUG:
Ganzjährig . . . . . RM. 9,50
Halbjährig . . . . . RM. 5,—
Vierteljährig . . . . . RM. 2,70

1 9 4 2
JAHRGANG XIX
OKTOBER
FOLGE 10

Tastoszillograph
Röhrenvoltmeter für Gleich- u. Wechselspannung
Lautsprecherabstimmung

HORNYPHON

Trotz Krieg
setzt HORNY die Entwicklungsarbeiten seiner Laboratorien unentwegt fort
Trotz Krieg
bleibt HORNY im Gleichschritt mit der Zeit

RADIOWERK HORNY A. G. WIEN X/75

EUMIG

EUMIG ELEKTRIZITÄTS-UND METALLWARENINDUSTRIE WIEN X.

Radio
Kino
Eumig

HENRY RADIO

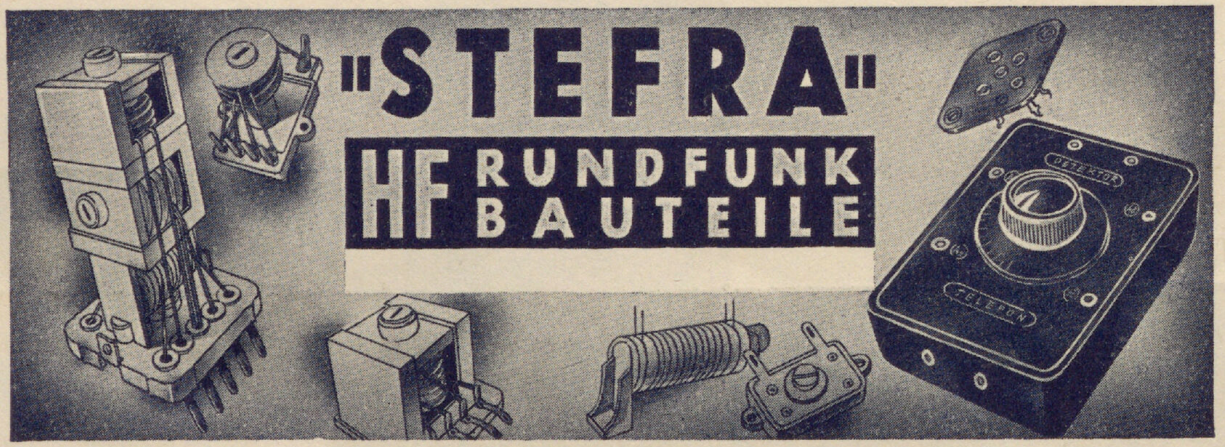
HENRY

Dynamische Mikrofone
Verstärkeranlagen
Dynamische Lautsprecher
sind Erzeugnisse hoher Güte!

HENRY-RADIO HEINRICH & CO. WIEN VII/62 SCHOTTENFELDGASSE 39 RUF B 3 25 35

"STEFRA"

HF RUNDFUNK BAUTEILE

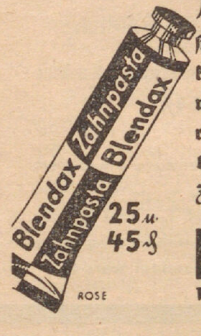


Lieferung nur an befugte Händler.

INGELEN Radio

RADIOFABRIK INGELEN

Radiofabrik Ingelen —
Porzellanfabrik Frauenthal
Gesellschaft m. b. H.
Wien XVII/107, Bergsteiggasse 36—38



Auf den ersten Blick sympathisch

sind oft Menschen, die man nicht „schön" nennen könnte. Sie wirken meist durch gutgepflegte, weiße Zähne angenehm. Auch darum ist die richtige Zahnpflege so wichtig, wie man sie mit Blendax, der vorzüglichen und preiswerten Zahnpasta, erreicht.

Blendax

Wirksam gegen Ansatz von Zahnstein

Elektrische Meßgeräte

NORMA N WIEN

NORMA
FABRIK ELEKTRISCHER MESSGERÄTE
GESELLSCHAFT M. B. H.
WIEN XI/79, FICKEYSSTRASSE 11

Wichtig!

Nachstehende Ausgaben des „RADIO - AMATEUR" sind vollständig vergriffen:

Jahrgang 1936: Heft 1 und 11
Jahrgang 1937: Heft 4
Jahrgang 1938: Heft 3, 4, 6, 7, 8, 9 u. 10
Jahrgang 1939: Heft 1, 2, 3 und 4
Jahrgang 1941: Heft 10, 11 und 12
Jahrgang 1942: Heft 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Ebenso sämtliche Ausgaben der

RA - Schaltbücher

Radio-Amateur

MONATSSCHRIFT FÜR RADIO, TONFILM UND FERNSEHEN

Jahr 19 Oktober 1942 Folge 10

Technischer Verlag: Dipl.-Ing. FRITZ NIEDERMAYR
Wien VI/56, Mariahilfer Straße 71 / Ruf B-24-2-44

Spezialrubriken

Bauanleitung 273
100 Jahre Energiegesetz 283

Verdrahtungsplan 1:1 ist erhältlich:

Ein Tastoszillograph für die Reparaturwerkstätte RA 4580 W (Bauplan Nr. 314).

Der Spesenbeitrag für die Frankozusendung eines Verdrahtungsplanes RM. —,70, Kc 8,—, Dinar 10,—, Zloty 1,50, Lei 30,—, Lire 3,—, Pengö 1,— und übriges Ausland Schw. Fr. 1,10 wolle per Postanweisung oder internationalen Antwortscheinen eingesendet werden.

Inhaltsangabe dieses Heftes

Schallübertragung und Schallaufnahme. Teil IIa: Mikrophone 259
Verlustfreie Röhrenvoltmeter für Gleich- und Wechselspannungen 266
Ein Tastoszillograph für die Reparaturwerkstätte RA 4580 W 273
Die richtige Anpassung von Lautsprechern in Übertragungsanlagen 279
100 Jahre Energiegesetz 283
Tagung der Hauptstellenleiter Rundfunk der Gaue Weser-Ems und Westfalen-Nord 283
Valdemar Poulsen † . . . III. Umschlagseite

Inhaltsverzeichnisse früherer Jahrgänge auf Wunsch kostenfrei. Nachlieferung früherer Hefte nur gegen Voreinsendung des Betrages durch die Post oder in internationalen Antwortscheinen.

Wir wahren den Ruf der Güte deutscher Arbeit

Wir bitten um Geduld

„Radione"

Kondensatorenfabrik

KONDUR

Dr. König & Co.
Wien VII/62,
Kaiserstraße 46

Technische Sprechstunden

Montag, Freitag
von 17 bis 18 Uhr

Laboratorium:
Wien VI/56, Mariahilfer Straße 71, II. Stock

Telephonische Auskünfte können **nicht** erteilt werden

Geschäftszeit: **Von 8 bis 18 Uhr 30**
Samstag: **Von 8 bis 13 Uhr 30**

Radio-Amateur

Monatsschrift für Radio, Tonfilm und Fernsehen

Jahrgang XIX Oktober 1942 Folge 10

Schallübertragung und Schallaufnahme.

Teil IIa: Mikrophone.

Die ersten und damit für die überhaupt erreichbare Güte verantwortlichen Glieder jeder Übertragungsanlage sind die eigentlichen Schallempfänger und Umwandler, die Mikrophone. Es ist daher verständlich, daß dem Bau und der Anordnung von Mikrophonen in Vergangenheit und Gegenwart zahlreiche Arbeiten und Untersuchungen gewidmet wurden und werden.

Die Auswahl unter den verschiedenen Mikrophontypen und deren zweckmäßige Anordnung wurde immer bedeutungsvoller und schließlich zu einer hohen künstlerischen und technischen Begabung fordernden Tätigkeit von Spezialisten.

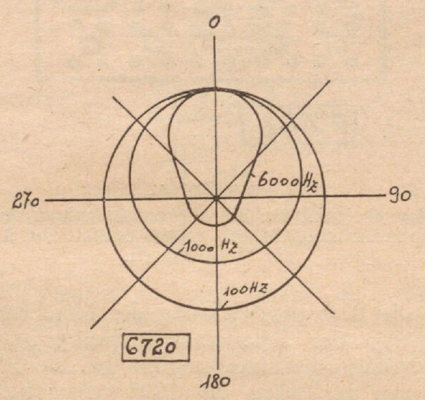


Abb. 13.

Richtwirkung von Druckempfängern, deren Abmessungen nicht mehr klein genug sind (Schattenwirkung).

Wie im ersten Teil näher ausgeführt, müssen Schallübertragungsanlagen einer gewissen Anzahl von Minimalbedingungen genügen, wenn der Eindruck eines natürlichen Klangbildes erhalten bleiben soll; naturgemäß müssen diese Forderungen auch von allen Einzelteilen erfüllt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß sich alle Fehler der einzelnen Glieder prinzipiell überlagern, wobei es allerdings möglich ist, daß sich verschiedenartige Mängel verschiedener Teile von sich aus aufheben oder durch Kunstschaltungen kompensiert werden.

Im folgenden soll untersucht werden, inwieweit die heute zur Anwendung kommenden Schallempfängertypen den als notwendig erkannten Bedingungen entsprechen können.

Die Frequenztreue hochwertiger Mikrophone genügt bereits recht gut. Ebenso bestehen bei diesen Ausführungen bezüglich der Erfüllung der Forderung nach möglichst kleinen nichtlinearen Verzerrungen keine Schwierigkeiten. Wesentlich anders verhalten sich jedoch verschiedene ältere, einfachere Typen, die um ihrer bedeutend geringeren Gestehungskosten willen immer noch Verwendung finden.

Als ausreichend wird eine Frequenzkonstanz der Ausgangsspannung von ± 3 db betrachtet.

Alle Mikrophontypen besitzen gewisse Eigengeräusche, die entweder vom eigentlichen Mikrophon selbst oder aber von der ersten Verstärkerstufe und deren Schaltmittel herrühren. Um zu vermeiden, daß leisere Stellen des Übertragungsprogramms in diesem Geräuschpegel untergehen, wurde festgelegt, daß das Verhältnis von Nutz- zu Störspannung bei einem Nutzschall von 1 μbar mindestens 500 : 1 betragen soll.

Ideale Mikrophone sollten jeden Schalleindruck unabhängig von dessen Einfallsrichtung gleichwertig in Wechselspannungen umsetzen. Alle auf den Schalldruck ansprechenden Konstruktionen erfüllen diese Bedingung; das gilt allerdings nur, solange die räumlichen Abmessungen klein genug bleiben. Ist dies nicht der Fall, ergibt sich eine frequenzabhängige Deformation der Kugelcharakteristik derart,

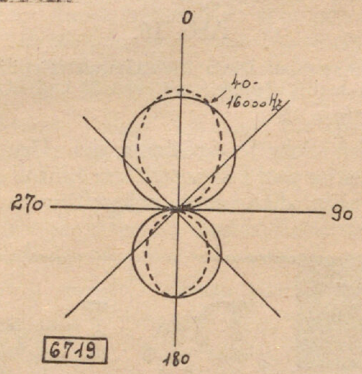


Abb. 14.

Druckgradientenempfängercharakteristik.

daß bei seitlichem Schalleinfall die höheren Frequenzen benachteiligt werden (Abb. 13). Dieser Effekt kommt dadurch zustande, daß die längeren Wellen um den Mikrophonkörper gebeugt werden, indes sich für höhere Frequenzen eine Art Schattenwirkung bemerkbar macht. Derartige Mikrophone sind naturgemäß zur Übertragung größerer Klangerzeuger, etwa von größeren Orchestern oder der-

gleichen, nicht geeignet, da die frequenzabhängige Richtwirkung eine Klangverfälschung ergeben würde.

Im Gegensatz zu diesen auf den Schalldruck an-

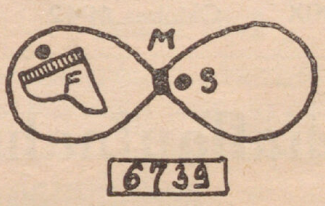


Abb. 15.

Anwendungsbeispiel des Gradientenmikrophons. Übertragung eines Sängers mit Begleitung.

sprechenden Konstruktionen besitzen alle Druckgradientenempfänger eine ausgeprägte Richtwirkung und bevorzugen von vorn oder rückwärts senkrecht

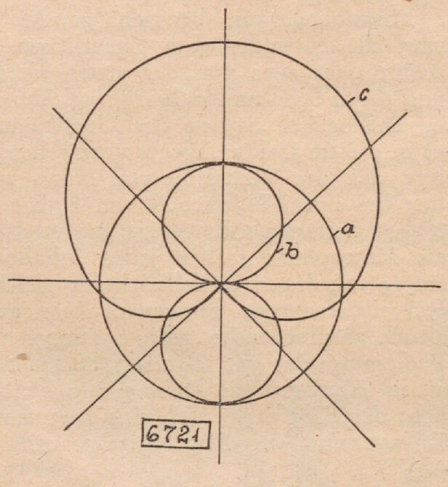


Abb. 16.

Nierenmikrophon. Diese Richtcharakteristik entsteht durch die Überlagerung von 13 und 14 db.

einfallenden Schall, da dann der Druckgradient am größten ist und bei parallelem Einfall null wird. Abb. 14 zeigt diese etwa achterförmige Empfindlichkeitscharakteristik. Derartige Richtmikrophone eignen sich oftmals zur Übertragung komplizierterer Klanggebilde. Abb. 15 stellt eine Anwendungsmöglichkeit dar.

Durch zweckentsprechende Kombination von Druckgradienten und Druckempfänger entsteht eine weitere Art Richtmikrophone, deren Empfindlichkeitsverlauf ihnen den Namen „Nierenmikrophone" gab. Diese in Abb. 16 dargestellte Empfindlichkeitscharakteristik kommt dadurch zustande, daß sich die kugelförmige Charakteristik des Druckempfängers der achterförmigen des Druckgradientenempfängers überlagert. Indes beim Druckemp-

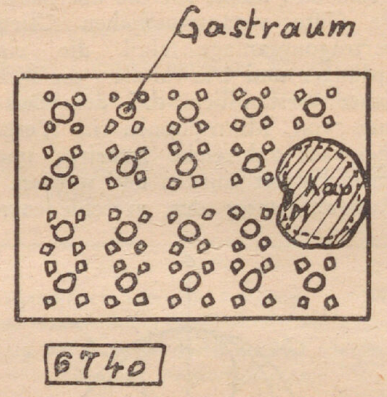


Abb. 17.

Anwendungsbeispiel für ein Nierenmikrophon. Auf Grund des Empfindlichkeitsverlaufs eignet es sich zur Aufnahme bei Störgeräusch.

fänger die Bewegungsrichtung der Membran unabhängig von der Schalleinfallsrichtung ist, ist sie beim Druckgradientenmikrophon bei einer Besprechung von rückwärts um 180° verschoben gegen jene, die sich bei einer Besprechung von vorn ergibt. Wenn daher zwei solche gleichempfindliche Mikrophone in Reihe geschaltet werden, ergibt sich bei Besprechung von vorn eine Verdopplung der Ausgangsspannung, bei Beaufschlagung von hinten eine vollständige Kompensation der beiden Teilspannungen, wegen der sich ergebenden Phasenlage derselben. Dieser eigenartige Empfindlichkeitsverlauf, den Abb. 16 darstellt, ermöglicht nicht nur

Dr. Ing. Otto Fritz & Co.
Kommandit-Gesellschaft
Fabrik für elektrotechnische Erzeugnisse
Zur Zeit nur für kriegswichtige Zwecke und Export lieferbar
Wien IV/50, Trappelgasse 6—8 • Ruf U-46-2-22, U-41-0-06

die Übertragung auch ausgedehnter Schallquellen, sondern vermeidet gleichzeitig die Aufnahme von rückwärts kommender Störgeräusche. Abb. 17 zeigt die Übertragung eines Konzerts aus einem Raum mit hohem Störgeräusch.

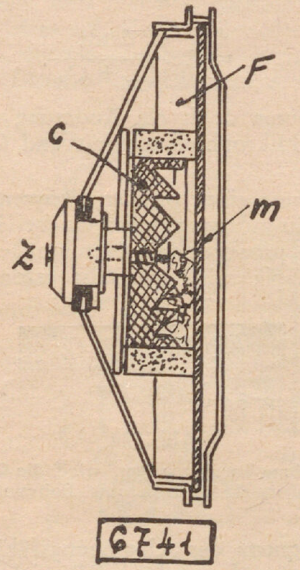


Abb. 18.

Normales Postmikrophon.
m = Kohlemembran, F = Kohlefüllung, c = Gegenelektrode, Z = Anschluß.

Zur Umwandlung von Schall in elektrische Schwingungen werden derzeit in der Hauptsache vier Typen von Mikrophonen, die sogenannten Kohlemikrophone, die dynamischen, die kapazi-

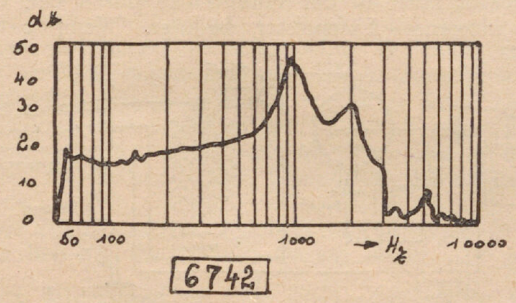


Abb. 19.

Frequenzgang eines Postmikrophons.

tiven und schließlich die Kristallempfänger, verwendet.

Abb. 18 zeigt ein übliches Postkohlemikrophon im Schnitt. Die auftreffenden Schallwellen bewegen die Kohlemembran m. Dadurch werden die zwischen ihr und der Gegenelektrode c befindlichen Kohlekörner abwechselnd zusammengepreßt und wieder aufgelockert. Die hierdurch bewirkten Kontaktänderungen führen zu Widerstandsänderungen und damit Änderungen des einer Hilfsbatterie entnommenen Mikrophonstromes. Aus dem Frequenzgang derartiger Mikrophone (Abb. 19) ergibt sich, daß nur der mittlere, allerdings für die Sprachverständlichkeit allein maßgebende Bereich (siehe Abb. 4) einigermaßen gleichmäßig übertragen wird; für die naturgetreue Schallübersetzung sind sie jedoch verständlicherweise vollkommen ungeeignet.

Für die Verwendung in normalen Fernsprechern ist ein breiteres Übertragungsfrequenzband nicht einmal wünschenswert, da hierdurch gleichzeitig der Störpegel anwachsen würde. Dazu kommt, daß zu seiner Übertragung auch alle anderen Übertragungsmittel und Leitungen angepaßt werden müßten, was mit einer nicht unwesentlichen Erhöhung der Gestehungskosten verbunden wäre. We-

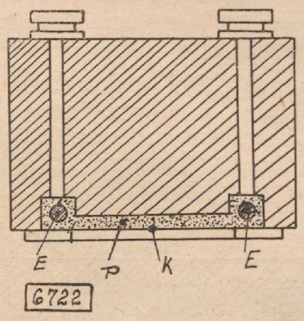


Abb. 20.

Reißmikrophon.
E = Kohleelektroden, P = Kohlepulver, K = Membran.

sentlich wichtiger für den Fernsprechverkehr ist die Erzielung möglichst hoher Mikrophonausgangsspannungen; tatsächlich liegt die Ausgangsspannung üblicher Postsprechkapseln etwa um zwei Größenordnungen über der aller anderen Typen.

Ein weiterer Mangel üblicher Kohlemikrophone sind die hohen nichtlinearen Verzerrungen dieses Typs, die im wesentlichen dadurch entstehen, daß die Membran infolge ihres einseitigen Anliegens an die Kohlekörnerfüllung amplitudenabhängig vorgespannt ist.

Aus diesen Mängeln heraus entstand eine hochwertigere Konstruktion, die seinerzeit auch beim Rundfunk Anwendung fand, das sogenannte Reißmikrophon (Abb. 20). Um alle Eigenschwingungen von Einzelteilen zu vermeiden, ist die Kohleschicht hierbei in einen massiven, schalltoten Block eingebettet. Als Membran dient zumeist eine dünne Gummi- oder Kunstharzfolie.

Im Gegensatz zum Postmikrophon fließt beim Reiß-

MINERVA Radio

mikrophon der Strom quer zur Schwingrichtung der Membran, von einer Elektrode zu einer zweiten. Die tonfrequenten Stromschwankungen entstehen hier durch die schallbedingten Widerstandsänderungen der zwischen den Elektroden liegenden Kohleschicht. Abb. 21 gibt den Frequenzverlauf eines Querstrommikrophons wieder. Auch dieser

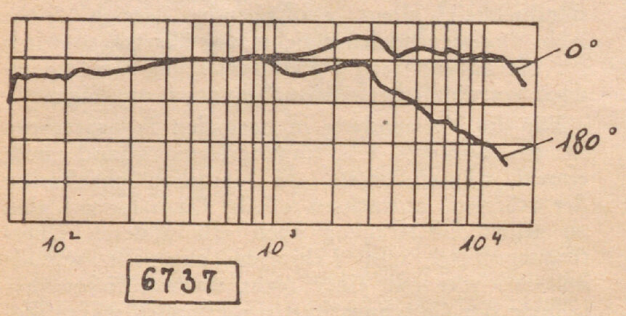


Abb. 21.
Frequenzgang des sogenannten Reißmikrophons.

zeigt jedoch, daß Kohlemikrophone für naturgetreue Wiedergabe ungeeignet sind. Immerhin werden verschiedene Abarten dieser Konstruktion, insbesondere in einer verbesserten Form, bei der das Auftreten der nichtlinearen Verzerrungen wesent-

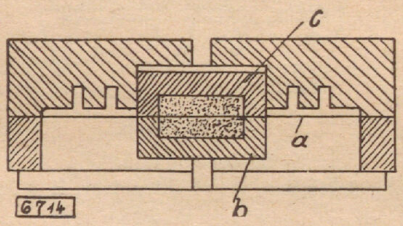


Abb. 22.
Symmetrisches Kohlemikrophon. Bei diesem Typ wird eine Vorspannung der Membran dadurch verhindert, daß sich auf beiden Seiten Kohlegrieß befindet.

lich verringert ist (Abb. 22), wegen ihrer großen Robustheit und geringen Gestehungskosten, für einfachere Anlagen, bei denen es nicht auf höchste Naturtreue ankommt, verwendet.

Als derzeit meist verwendeter hochwertiger

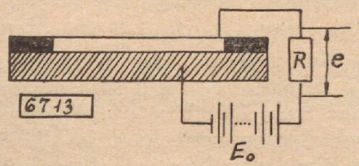


Abb. 23.
Prinzipbild eines Kondensatormikrophons.
R = Arbeitswiderstand.

Schallempfänger kann das kapazitive Mikrophon gelten. Dieser Typ besteht aus einer dünnen, leitfähigen Folie, deren Abstand von einer festen Gegenelektrode unter dem Einfluß des Schallfeldes variiert. Hierdurch ändert sich die Kapazität des von Folie und Gegenelektrode gebildeten Kondensators. Wenn dieser Kondensator in einer Schaltung nach Abb. 23 über einen sehr hohen Widerstand mit der Spannung E_0 aufgeladen wird, entstehen an diesem Widerstand bei periodischen Kapazitätsschwankungen Wechselspannungen. Diese ergeben sich zu

$$e = E_0 \frac{dc/dt}{C_m + C_S}.$$

Hierbei bedeuten dc/dt die Änderung der Kapazität, C_m die Mikrophonkapazität und C_S die Störkapazität.

Zur Erzielung einer geraden Frequenzkurve muß die Kapazitätsänderung, bzw. die bei kleinen Amplituden ihre proportionale Membranbewegung frequenzunabhängig sein. Dazu ist erforderlich, daß

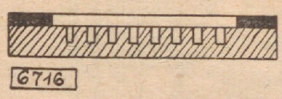


Abb. 24.
Um die Dämpfung herabzusetzen, wird die Gegenelektrode von Kondensatormikrophonen mit Bohrungen versehen.

die Eigenfrequenz des schwingungsfähigen Systems oberhalb des zu übertragenden Bereiches liegt.

Die Eigenschwingung eines Systems ist durch seine Masse M und seine Direktionskraft D gegeben zu

$$f_0 = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{D}{M}}.$$

Beim Kondensatormikrophon muß zur Membranmasse die Masse der mitschwingenden Luft zugezählt werden. Tatsächlich wird die wirksame Rückstellkraft in der Hauptsache durch den eingeschlossenen Luftpolster bedingt. Wenn c die

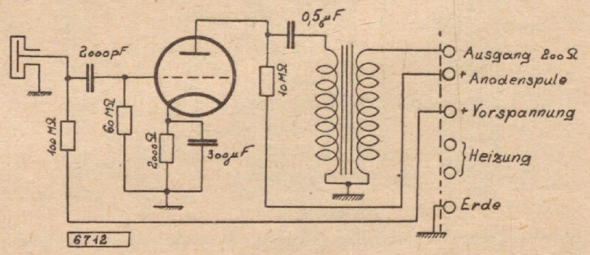


Abb. 25.
Schaltbild eines Mikrophonverstärkers.

Schallgeschwindigkeit, ϱ die Dichte der Luft, F die Membranfläche und a die wirksame Luftpolsterhöhe bezeichnet, dann ergibt sich D zu:

$$D = \frac{c^2 \cdot \rho \cdot F}{a} \text{ (dyncm}^{-1}\text{)}.$$

Der Forderung nach möglichst hoher Eigenfrequenz, das heißt möglichst großer Rückstellkraft D, bei möglichst kleiner Membranmasse, widerspricht diejenige nach ausreichender Empfindlichkeit. Bei konstant bleibender Membranmasse ist z. B. eine Erhöhung der Eigenfrequenz auf das

Doppelte mit einer Verringerung der Empfindlichkeit auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes verbunden. Aus diesen Erwägungen heraus wird man daher die Eigenfrequenz nicht unnötig hoch legen. Als weitere Forderung kommt hinzu, daß die Nutzkapazität möglichst hoch sein soll, um so den Einfluß der Stör- und Schaltkapazitäten klein zu halten; dazu ist es erforderlich, die Membran möglichst nahe an der Gegenelektrode anzuordnen. Aus Gründen der Durchschlagssicherheit ergibt sich ein

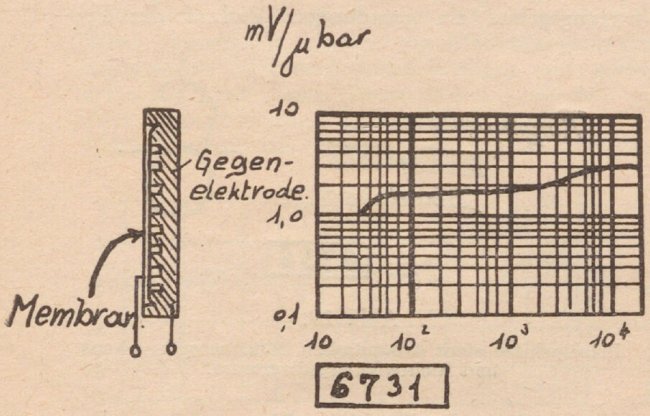


Abb. 26.
Kondensatordruckempfänger mit dazugehörendem Frequenzgang.

üblicher Abstand von etwa 30 bis 40 μ. Der sich bei diesem Abstand ergebende Luftpolster hat eine derart hohe Rückstellkraft zur Folge, daß sich eine sehr hohe Eigenfrequenz und, damit verbunden, geringe Empfindlichkeit ergibt. Um unter Beibehaltung des Membranabstandes die Rückstellkraft zu verringern, wird die Gegenelektrode mit, entsprechend der erwünschten Eigenfrequenz, dimensionierten Bohrungen versehen (Abb. 24). Auf diese Art erreicht man eine mit Übertragungsbereich gleichmäßige Empfindlichkeit von etwa 3 mV/μbar am Gitter der ersten Röhre. Das ist etwa das Zwangzigfache dessen, das sich ohne der künstlichen Herabsetzung der Direktionskraft ergeben würde.

Die Nutzkapazität üblicher Ausführungen liegt etwa bei 100 bis 200 pF. Daraus ergibt sich der innere Widerstand zu $R_i = \frac{1}{\omega C_m}$. Dieser ist als kapazitiver Vorschaltwiderstand zum Arbeitswiderstand (Abb. 23) wirksam. Um die Ausgangsspannung im gesamten Frequenzbereich konstant zu halten, muß für den Vorwiderstand die Bedingung $R \geqq R_i = \frac{1}{\omega_{min} C_m}$ erfüllt sein. Daraus ergibt sich z. B. für eine Mikrophonkapazität von 100 pF und eine untere Grenzfrequenz von 40 Hz ein Arbeitswiderstand von 50 Megohm. Da das Gitter der ersten Röhre und die erforderlichen Schaltmittel zu diesem Widerstand parallel liegen, muß auf höchste Isolationswiderstände dieser Schaltungseinzelteile und extrem kleinen Gitterstrom der verwendeten Röhren Wert gelegt werden.

Wie aus der Formel für den Spannungsmomentanwert eines Kondensatormikrophons hervorgeht, nimmt die Empfindlichkeit mit ansteigender Störkapazität ab (und steigt mit der angelegten Saugspannung, die man mit zirka 200 V wählt, und zwar um einen Faktor $r = \frac{C_m}{C_m + C_S}$.

Daraus folgt, daß eine Störkapazität in Größe der Nutzkapazität die Empfindlichkeit bereits auf die Hälfte herabsetzt. Um derartige Verluste zu vermeiden, wird die erste Stufe meist mit der Mikrophonkapsel zusammengebaut. Das Schaltbild eines Mikrophonverstärkers zeigt Abb. 25. Um den Störpegel möglichst klein zu halten, werden diese Verstärker zumeist aus Batterien betrieben. Immerhin gelingt es bei sorgfältiger Ausführung, auch Netzgeräte für diesen Zweck zu bauen.

Gewöhnliche Kondensatormikrophone sind typische Druckempfänger. Abb. 26 zeigt ihren Frequenzgang. Wenn man die Membran auch auf der

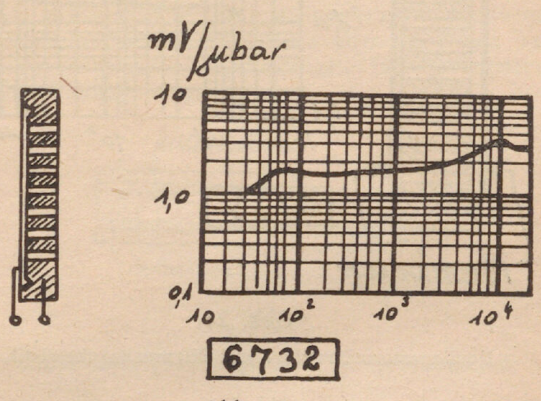


Abb. 27.
Druckgradientenkondensatormikrophon mit Frequenzgang.

Rückseite mit der Außenluft in Verbindung setzt, dann entsteht entsprechend Abb. 27 ein Druckgradientenempfänger, da, wenn zwischen Vorder- und Rückseite der Membran kein Druckunterschied herrscht, diese unbewegt bleibt. Abb. 28 stellt schließlich ein „Nierenmikrophon" dar.

Da Kondensatormikrophone auch praktisch vernachlässigbar kleine nichtlineare Verzerrungen aufweisen, kann festgesellt werden, daß sich dieser Typ wohl eignet, Schallbilder für hochwertige

MINERVA Radio

Wiedergabe oder Aufzeichnung in elektrische Schwingungen umzusetzen.

Auch auf dem dynamischen Prinzip beruhende Konstruktionen ergeben hochwertige Mikrophone. Ihr Aufbauprinzip stellt eine Umkehrung des Mechanismus dynamischer Lautsprecher dar: Es wird ein Leiter in einem Magnetfeld von den auftreffenden Schallwellen bewegt, so daß er entsprechende Wechselspannungen liefert. Ebenso wie beim Lautsprecher sind auch hier zahlreiche Verwirklichungen des Grundgedankens möglich; durchgesetzt haben sich im wesentlichen zwei Ausführungsformen, das Bändchen und das Tauchspulenmikrophon. Beim Bändchenmikrophon (Abb. 29) ist ein etwa 3 bis 4 mm breites und zirka 2 μ dickes Band zwischen den Polschuhen eines Magneten schwingungsfähig ausgespannt. Zumeist wird dieses Band zur Erhöhung seiner Steife mit einer Querriffelung versehen. Dadurch erzielt man gleichzeitig eine genügend weiche Aufhängung. Da ein derartiger bändchenförmiger Leiter nur auf senkrecht wirkende Schallkomponenten anspricht, besitzen diese

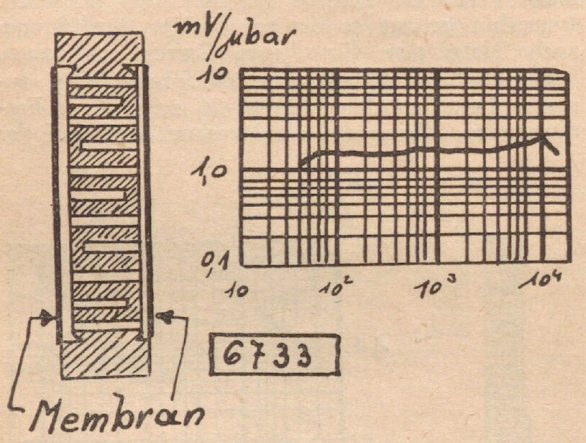


Abb. 28.

Kondensatormikrophon mit Nierencharakteristik.

Mikrophone eine ausgesprochene Richtcharakteristik im gesamten Frequenzbereich. Eine andere Ausführung, bei der das Bändchen auf einer Seite durch einen akustisch gedämpften Hohlraum abgeschlossen ist, zeigt Abb. 30. Diese Konstruktion ergibt eine Kugelcharakteristik. Durch Kombination beider Typen läßt sich auch hier der Nierentypus erzielen. Der innere Widerstand des Bändchens ist sehr niedrig (etwa 0,1 Ohm). Aus diesem Grunde werden die Mikrophone immer mit einem Spezialübertrager, der sie auf den üblichen Leitungswiderstand von 200 oder 600 Ohm anpaßt, zusammengebaut. Die Empfindlichkeit an 200 Ohm beträgt etwa 0,1 mV/μbar. Das entspricht am Gitter der ersten Röhre, nach Zwischenschaltung eines weiteren Transformators (Anpaßwert zirka 100 Ohm), einer solchen von etwa 1,5 bis 2 mV/μbar. Der Rauschpegel, der im wesentlichen vom Wärmerauschen des Mikrophoneigenwiderstandes herrührt, liegt bei Nutzschallfeldstärken von 1 μbar etwa 50 bis 60 db unter dem Nutzpegel. In Abb. 31 ist die Frequenzkurve eines Bändchenmikrophons dargestellt.

Abb. 32 stellte ein Tauchspulenmikrophon dar. An einer extrem leicht gebauten Membran befindet sich in Analogie zur Schwingspule bei dynamischen Konuslautsprechern im Luftspalt eines Topfmagneten eine Tauchspule. Die Membranmasse, die von der Einspannung und dem eingeschlossenen Luftpolster stammenden Federkräfte sowie die Reibung in den Austauschschlitzen werden derart aufeinander abgestimmt, daß sich im geforderten Übertragungsgebiet ein geradliniger Verlauf der Fre-

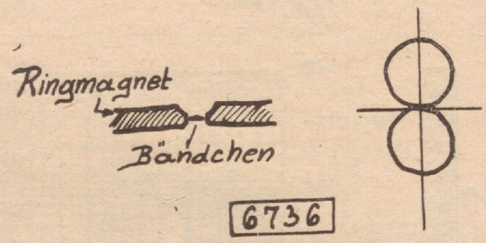


Abb. 29.

Prinzipskizze eines dynamischen Bändchenmikrophons und Richtwirkungsdiagramm.

quenzkennlinie ergibt. Die Nutzspannung liegt etwa 60 db unter der Störspannung. Der besondere Vorteil aller dynamischen Mikrophone ist, daß sie keinerlei Hilfsspannungen benötigen und über relativ lange Leitungen mit dem Verstärker verbunden werden können. Aus diesem Grunde wird dieser Empfängertyp besonders für Außenaufnahmen und Reportagen gerne und mit Erfolg verwendet.

Eine dritte Gattung von Mikrophonen, die erst in letzter Zeit, ausgehend von den USA., immer größere Bedeutung gewinnen, beruht auf der Ausnützung des piezoelektrischen Effekts.

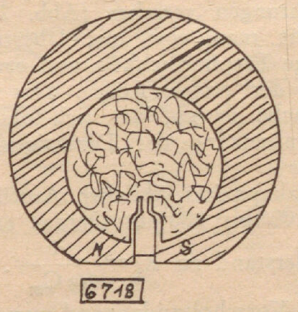


Abb. 30.

Durch einseitigen Abschluß des Bändchens gelingt es auch, Kugelcharakteristiken zu erhalten.

Dieser besteht darin, daß bei verschiedenen Kristallen mechanische Beanspruchungen infolge der damit verbundenen Deformation des Kristallgefüges diesen proportionale Spannungen auslösen. Diese piezoelektrischen Spannungen sind allerdings im allgemeinen sehr klein. Eine Ausnahme bildet jedoch das Verhalten von Seignettesalzkristallen, das einen außergewöhnlich hohen piezoelektrischen Effekt zeigt. Das einfachste Bauelement zur Ausnutzung

dieses Effekts stellen die sogenannten Klangzellen dar. Diese bestehen aus zwei Kristallplättchen von etwa 1 cm² Fläche und einigen Zehnteln Millimeter Dicke, die unter Zwischenlage eines Stanniolblättchens oder dergleichen zusammengeklebt und an ihren Außenflächen mit aufgeklebten Elektroden versehen sind. Wenn eine solche Anordnung gebogen wird, entstehen an den Elektroden dem Grad der Deformation entsprechende Spannungen. Um einen Kristallschalldruckempfänger aufzubauen, muß man zwei derartige Zellen zu einer Doppelzelle, etwa entsprechend Abb. 33, vereinigen. In dieser Anordnung werden die Blättchen entweder nach außen oder nach innen gebogen und wirken selbst als Membranen. Deren Masse zusammen mit dem eingeschlossenen Luftvolumen bestimmen die Eigenfrequenz des Systems, die durch geeignete

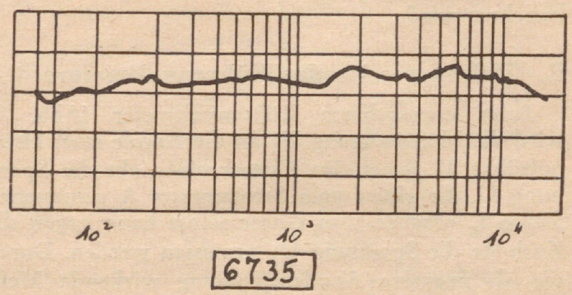


Abb. 31.

Frequenzgang eines Bändchenmikrophons.

Wahl der einzelnen Daten leicht oder die höchste zu übertragende Frequenz gelegt werden kann. Um auch die Übertragung der tiefen Frequenzen sicherzustellen, muß die Bedingung $R = \frac{1}{\omega_{min} C_m}$ erfüllt sein. Daraus ergibt sich bei üblichen Kristallmikrophonen von etwa 1000 pF ein Arbeitswiderstand von zirka 5 Megohm. Besonders vorteilhaft wirkt sich die Kleinheit derartiger Mikrophone aus. Dazu kommt, daß auch bei diesem Typ längere Zuleitungen zwischen Verstärker und Mikrophon zulässig sind, da die Nutzkapazität etwa um eine Größenordnung über der kapazitiver Mikrophone liegt. Die Empfindlichkeit der Doppelklangzelle beträgt etwa 0,5 mV/µbar. Durch Kombination mehrerer Klangzellen kann sie wesentlich gesteigert werden. Es sind auch verschiedene andere Konstruktionen, insbesondere solche mit besonderen Membranen, bekanntgeworden. Auch diese zeigen eine ausgezeichnete Charakteristik.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß alle

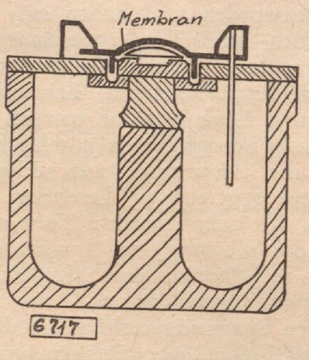


Abb. 32.

Einfache Ausführungsform eines Tauchspulenmikrophons.

üblichen Schallempfänger mit Ausnahme der Kohlemikrophone vernachlässigbar kleine Klirrfaktoren, genügend hohe Pegelunterschiede zwischen Nutz- und Störspannung und ausreichenden Frequenzumfang aufweisen, so daß sie allen im ersten Teil zusammengestellten Bedingungen für naturgetreue Schallwiedergabe genügen.

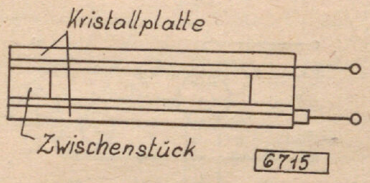



Abb. 33.

Kristallmikrophon (sogenannte Doppelklangzelle).

Im nächsten Teil sollen die übrigen Übertragungsglieder besprochen und gleichfalls auf die Erfüllung der gestellten Bedingungen hin geprüft werden.

BASTLERMATERIAL
LIEFERT IN BESTER AUSFÜHRUNG
KARL MAYER
SPEZIALGESCHÄFT FÜR RADIOAPPARATE UND BESTANDTEILE
WIEN, VI., MARIAHILFER STRASSE 85
(ECKE ESZTERHAZYGASSE) RUF B 2 50 96

Verlustfreie Röhrenvoltmeter für Gleich- und Wechselspannungen.

Von Dr. Ing. Karl MELZER, Wien.

A. Einleitung.

Röhrenvoltmeter sind bereits in großer Zahl entwickelt worden und haben sich vornehmlich bei Hoch- und Tonfrequenzmessungen weitgehend eingeführt. Je nach den besonderen Anforderungen an Empfindlichkeit, Frequenzgang, Verlustfreiheit und Skalenverlauf wurden verschiedene bewährte Ausführungsformen beschrieben. Weniger bekannt ist ihre Anwendung zur verlustfreien Messung mittlerer Spannungen, besonders von Gleichspannungen. Als naheliegendste Verwendungen sind zu nennen die Messung von Spannungen an Kondensatoren, in Photozellenschaltungen, an hochohmigen Spannungsteilern und sonstigen Stromkreisen, deren Spannungsverhältnisse durch das Anschalten eines Meßgerätes mit geringerem Eingangswiderstand gestört werden würde. Für physikalische Messungen gibt es leistungsfähige Meßverfahren mit Elektronenröhren (1)*), für mehr betriebsmäßige

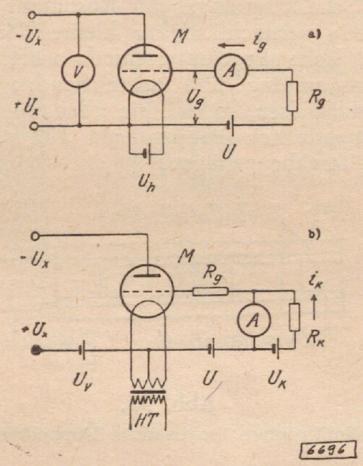


Abb. 1.

Messungen eignen sich elektrostatische Zeigermeßgeräte. Meßbereiche von wenigen Volt bedingen aber meist mangelnde mechanische Widerstandsfähigkeit und lange Einstellzeiten. Neuerdings wurden handliche Lichtmarkengeräte mit einem niedrigsten Meßbereich von nur 20 V herausgebracht (2, 3). Das im folgenden beschriebene Röhrenvoltmeter erfüllt als Betriebsmeßgerät nachstehende Anforderungen: Praktisch verlustfreie Messung zufolge hohen Eingangswiderstandes, besonders bei Gleichspannungsmessungen, stabilisierter Netzanschluß, Meßbereich von wenigen Volt, leicht umschaltbar auf höhere Werte, Verwendung gewöhnlicher Verstärkerröhren und eines Zeigermeßgerätes mit etwa 1 bis 3 mA Endausschlag, Unempfindlichkeit gegen Überlastungen. Mit einigen Abänderungen können auch Wechselspannungen gemessen werden.

Das Gerät arbeitet als „umgekehrtes" Röhrenvoltmeter, bei dem die Meßspannung an die Anode der Meßröhre gelegt wird. Solche Meßschaltungen wurden schon einige Male beschrieben (4, 5, 6), sind aber nicht allgemein bekannt geworden. Eingehenderes Arbeiten mit einem solchen Röhrenvoltmeter bei der Messung des Ladezustandes von Kondensatoren (7) erwies seine vielseitige Verwendbarkeit und Anpassungsfähigkeit. Sie gaben Veranlassung zu seiner Weiterentwicklung, über die im folgenden berichtet wird.

B. Wirkungsweise des Röhrenvoltmeters.

Beim umgekehrten Röhrenvoltmeter (Abb. 1) wird die Meßspannung U_x an die Anode einer Dreipolröhre M gelegt. Im Gitterkreis wirkt die Spannung U, die einen vom Strommesser A gemessenen Strom i_g erzeugt. Am Gitter selbst kann gegen die Kathode die Spannung U_g gemessen werden. Durch die als negative Anodenspannung wirkende Meßspannung wird die Steuerspannung am Gitter entsprechend dem Durchgriff D um den Betrag $D \cdot U_x$ erniedrigt, der Gitterstrom sinkt also mit steigender Meßspannung. Weisglass (4, 8) versuchte den Meßbereich durch Erhöhung der Gitterspannung bei gleichzeitiger Unterheizung oder durch Gegenschaltung einer bekannten unveränderlichen Spannung zu erweitern. Die Untersuchungen zeigten, daß sich der Meßbereich viel einfacher durch Einschalten von Widerständen R_g im Gitterkreis erweitern läßt. Ebenso wirkt eine Erhöhung des Gitterstromes. Mit der ursprünglichen Schaltung können kleine Spannungen von etwa 0 bis 5 V nicht gemessen werden, da bis gegen einige Volt Anoden-(Meß-)Spannung noch Elektronen anlaufen können; es fließt ein Anodenstrom im Meßkreis, der eine richtige Messung unmöglich macht.

Am besten läßt sich das Verhalten der Schaltung überblicken, wenn man — was ziemlich gut mit den praktischen Ergebnissen übereinstimmt — das Raumladegesetz als gültig voraussetzt und den Einfluß der verschiedenen Festwerte rechnerisch untersucht. Es bedeute:

U . . . . . die Spannung der Stromquelle im Gitterkreis in Volt,

U_g . . . . . die Spannung am Gitter der Meßröhre in Volt,

U_x . . . . . die zu messende Spannung (Anodenspannung) in Volt,

i_g . . . . . den Gitterstrom in Milliampere,

i_{go} . . . . . den Gitterstrom bei der Meßspannung Null in Volt,

*) Die eingeklammerten Ziffern weisen auf das Schrifttumverzeichnis am Ende des Aufsatzes hin.

Decelith AUFNAHME-SCHALLPLATTE
Eine Spitzenleistung auf dem Gebiete der Schallaufnahme
20 cm . . . RM. 1,10 25 cm . . . RM. 1,40 30 cm . . RM. 2,40
AUSLIEFERUNGS-LAGER: A. BURKL, WIEN, III., GERLGASSE 22 (KLEISTGASSE 4) RUF U-12-0-48

D . . . . . den Durchgriff der Meßröhre (dimensionslos),

R_g . . . . . den Widerstand im Gitterkreis in Ohm,

K, K′ . . . die Konstante im Raumladegesetz in Milliampere/Volt$^{3/2}$ (9).

Mit

$$U_g = U - R_g \cdot i_g$$

lautet das Raumladegesetz für den Gitterkreis

$$i_g = K \cdot (U - R_g i_g - D U_x)^{3/2} \text{ oder}$$
$$(i_g/K)^{2/3} = U - R_g i_g - D U_x \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Gewöhnlich wird man den Meßbereich des Anzeigeinstruments A voll ausnützen und daher die Gitterkreisspannung U so wählen, daß der sich bei der Meßspannung $U_x = 0$ einstellende Gitterstrom i_{go} dem vollen Zeigerausschlag entspricht. Für $U_x = 0$ erhält man:

$$i_{go} = K \cdot (U - R_g i_{go})^{3/2};$$
$$U = (i_{go}/K)^{2/3} + R_g i_{go} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Setzen wir (2) in (1) ein, so erhalten wir:

$$(i_{go}/K)^{2/3} - (i_g/K)^{2/3} + (i_{go} - i_g) \cdot$$
$$\cdot R_g - D U_x = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Die Empfindlichkeit des Röhrenvoltmeters ergibt sich durch Ableitung nach U_x:

$$\frac{d i_g}{d U_x} = - \frac{D}{\frac{2}{3} \frac{1}{K^{2/3} i_g^{1/3}} + R_g} \quad . \quad . \quad (4)$$

Aus dieser Beziehung läßt sich zunächst ablesen, daß die Empfindlichkeit linear mit dem Durchgriff steigt; diesem Umstand ist, sofern auf hohe Empfindlichkeit Wert gelegt wird, durch Wahl einer geeigneten Meßröhre Rechnung zu tragen. Als zweite, die Empfindlichkeit bestimmende Größe erweist sich der Widerstand R_g. Durch Wahl eines genügend großen Gitterwiderstandes läßt sich die Empfindlichkeit beliebig herabsetzen, der Meßbereich also erweitern. Weiters ist zu ersehen, daß die Empfindlichkeit mit steigendem Gitterstrom etwas wächst und daher bei seinem größten Wert ($i_g = i_{go}$) am größten ist. Der Einfluß der einzelnen Größen auf den erzielbaren Meßbereich wird noch

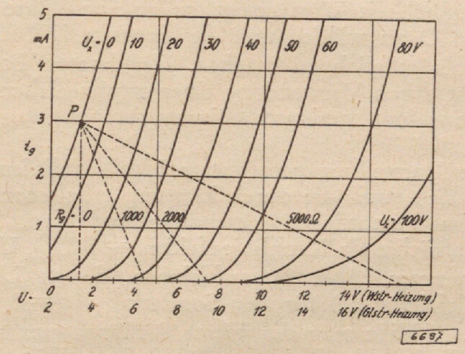


Abb. 2.

klarer, wenn man die Gleichung (3) nach U_x auflöst und $i_g = 0$ setzt. Man erhält so einen Ausdruck für den Höchstwert der meßbaren Spannung U_x

$$U_x \max = \frac{1}{D} \left[(i_{go}/K)^{2/3} + i_{go} \cdot R_g \right] = \frac{U}{D} \quad . \quad . \quad (5)$$

Der Meßbereich ist also um so größer, je kleiner der Durchgriff und je größer das Produkt aus Gitterwiderstand und Gitterstrom werden. Man kann somit bei gegebener Röhre den Meßbereich durch Erhöhen des Widerstandes R_g, aber auch durch Einstellen eines höheren Gitterstromes i_{go} (vgl. die Abb. 3 und 4) erweitern. Die zweitgenannte Möglichkeit ist aber nicht beliebig ausnutzbar, weil

MINERVA Radio

bei höheren Gitterströmen die Gefahr besteht, das Gitter zu überlasten und infolge der Überhitzung den Kennlinienverlauf zu stören. Man wird den Gitterstrom dem Meßbereich des zur Verfügung stehenden Milliamperemeters anpassen. Wird auf

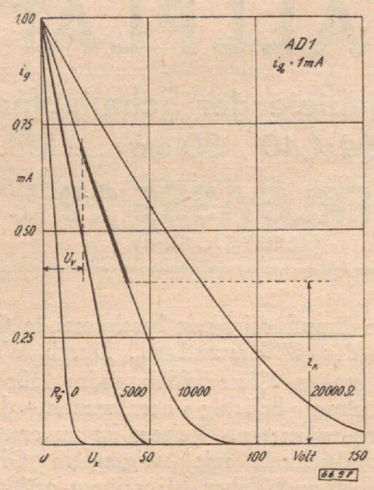


Abb. 3.

Empfindlichkeit Wert gelegt, so ist eine Röhre mit großem D zu wählen und das Produkt $i_{go} \cdot R_g$ so klein als möglich zu machen. Der letzten Forderung ist durch Verwendung eines empfindlichen Instruments mit geringem Eigenverbrauch zu entsprechen.

Eine Darstellung gerechneter Idealkennlinien erübrigt sich, weil die durch Messung erhaltenen Linien im wesentlichen gleichartig verlaufen. Man kann zunächst ein Kennlinienfeld $i_g = f(U_g)$, $U_x =$ = Parameter (Abb. 2), aufnehmen, dessen Linien der Gleichung (1) für den Sonderfall $R_g = 0$ entsprechen. Mißt man die Werte der Spannungen an einer direkt mit Gleichstrom geheizten Röhre, so bezieht man, wie es allgemein üblich, alle Spannungen auf das negative Ende des Heizfadens. Heizt man sie, wie es bei Netzanschluß am einfachsten ist, mit Wechselstrom aus einer Heiztrafowicklung mit Mittelabgriff gemäß Abb. 1, oder ist die Röhre indirekt geheizt, so sind die Spannungen auf die Heizfadenmitte (Kathode) bezogen. In Abb. 2 ist eine zweite, um die halbe Heizspannung (2 V) verschobene Abszissenbeziffe-rung eingetragen, um beide Betriebsbedingungen zu erfassen. Bei Wechselstromheizung fließt schon bei $U = 0$ ein Gitterruhestrom i_{go}, der je nach der verwendeten Röhre bis zu 1,5 mA betragen kann. Dieser Umstand gibt die Möglichkeit, ein derartiges Röhrenvoltmeter auch ohne besondere Gitterspannung zu betreiben, worauf weiter unten noch zurückgekommen wird.

Wählt man einen Gitterruhestrom von beispielsweise 3 mA, so ist damit der Ausgangspunkt P auf der zu $U_x = 0$ gehörigen Linie bestimmt. Durch P legt man, wie gezeichnet, Widerstandsgerade für verschiedene Werte von R_g, deren Schnittpunkte mit der Abszissenachse die Gitterkreisspannungen U ergeben, die für das Entstehen des Gitterstromes i_{go} nötig sind. Aus diesem Kennlinienfeld könnte man ein zweites mit den Linien $i_g = f(U_x)$, $R_g =$ Parameter, graphisch ableiten. Die unmittelbare Aufnahme dieser Linien, also die Eichung des Röhrenvoltmeters ist viel genauer. Abb. 3 zeigt Eichlinien

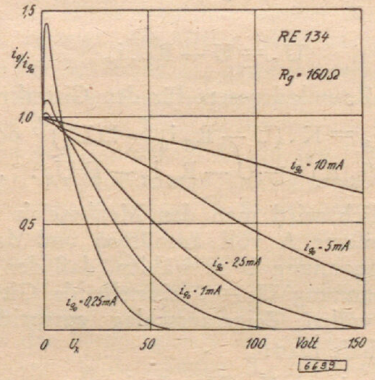


Abb. 4.

für eine direkt batteriegeheizte Röhre, bei $i_{go} =$ = 1 mA, Abb. 4 für eine direkt wechselstromgeheizte Röhre bei verschiedenen Werten von i_{go}. Die beiden Linienscharen verdeutlichen auch die bei Gleichung (5) besprochenen Möglichkeiten der

Wir kaufen! zur Komplettierung von Jahrgängen für einige unserer Abnehmer folgende Ausgaben:

1935: Heft 9 / 1936: Heft 1, 11 / 1937: Heft 4
1938: Heft 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 / 1939: Heft 1, 2, 3, 4
1941: Heft 10, 11, 12 / 1942: Heft 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

„RADIO-AMATEUR", Abonnement-Abt., Wien VI/56, Mariahilfer Straße 71

Meßbereichänderung. Bei Wechselstromheizung ist auch die Anode um die halbe Heizspannung positiver. Daher tritt der Anlaufstrom gegen die Anode deutlicher in Erscheinung. Je nach der Röhrentype wird der Beginn des Absinkens der Eichlinien, der bei kleinsten Meßspannungen einsetzen sollte, um einige Volt nach rechts verschoben, oder es zeigt sich bei kleinen, von 0 bis etwa 4 V ansteigenden Meßspannungen an Stelle des erwartenden Absinkens zunächst ein Ansteigen des Gitterstromes über den Ruhestrom hinaus. Dieses Verhalten erklärt sich aus der Stromverteilung zwischen Anode und Gitter. Solange noch ein Anodenanlaufstrom fließt, fällt der Gitterstrom um diesen Betrag kleiner aus. Bei hohem Widerstand im Meßkreis unterbleibt dieser Anstieg.

Gibt man der Anode über den Meßkreis eine negative Spannung U_v (Abb. 1), je nach der verwendeten Röhre 3 bis 12 V, so schneidet man das störende Gebiet des Anlaufstromes, in dem eine richtige Messung nicht möglich ist, ab. Darüber hinaus kann man den Ausgangspunkt P an eine beliebige Stelle des Kennlinienfeldes verlegen, auch den Nullpunkt des Anzeigeinstruments in die Mitte oder an den Anfang der Skala einstellen. Mit einem zu i_g entgegengesetzten Kompensationsstrom i_k, der von einer Hilfsspannung U_k über den Widerstand R_k fließt, kann man schließlich auch den unteren gekrümmten Teil der Kennlinien abschneiden und auf diese Weise ein beliebiges Stück einer Kennlinie, etwa im geradlinig verlaufenden Teil, herausgreifen. In Abb. 3 ist die Auswirkung dieser Maßnahmen an einer Linie ($R_g = 10.000$ Ohm) gezeigt. Es verbleibt der stark ausgezogene Teil der Kennlinie. Das Röhrenvoltmeter kann mit Hilfe der frei wählbaren Größen R_g, U_v und i_k den verschiedensten Anforderungen angepaßt werden.

Als Gitterkreisspannung kann ohne weiteres eine Wechselspannung verwendet werden, weil die Gitter—Kathoden-Strecke der Röhre die Gleichrichtung besorgt. Die Kennlinien verlaufen ganz gleichartig, die zahlenmäßigen Unterschiede sind nicht groß. Die Wechselstromspeisung vereinfacht den Netzanschluß, doch müßten für die Hilfsspannungen U_v und U_k zusätzliche Gleichspannungsquellen aufgewandt werden; sie kommt also nur dann in Betracht, wenn auf die durch die Hilfs-

MINERVA Radio

spannungen gegebenen Vorteile, insbesondere auf die Möglichkeit der verlustfreien Messung auch kleiner Spannungen von 0 V an, verzichtet werden kann.

Die Linien der Abb. 2 verlaufen gleichartig wie jene in den üblichen Anodenspannungs-Anodenstrom-Diagrammen (Parameter U_g) einer Triode.

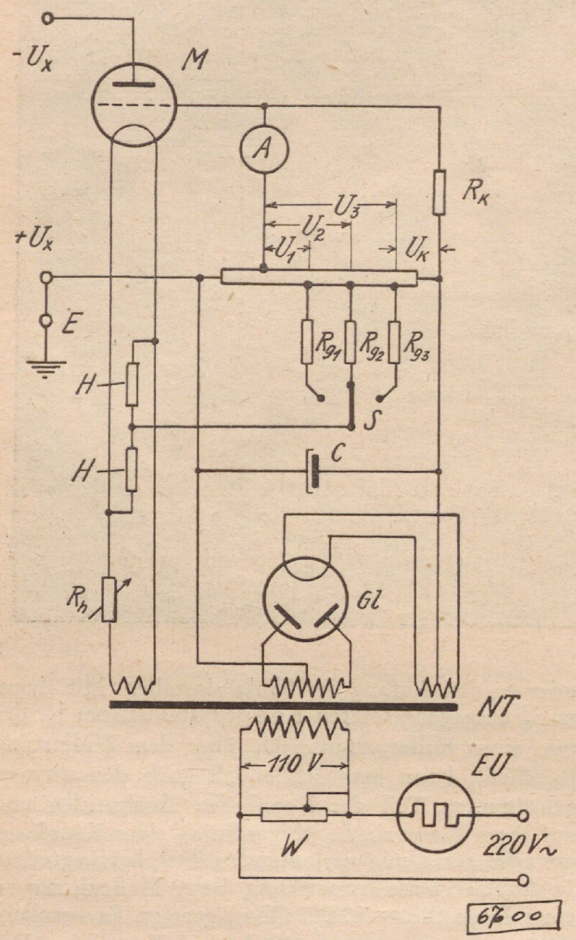


Abb. 5.

Es ist anzunehmen, daß auch bei der gebräuchlichen Schaltung von Röhrenvoltmetern (Meßspannung am Gitter) sich der Meßbereich durch Widerstände im Anodenkreis ändern läßt. Das trifft auch zu, wovon man sich durch Einzeichnen entsprechender Widerstandsgeraden in ein Kennlinienfeld überzeugen kann. Bezeichnet man hier sinngemäß die Spannung im Anodenkreis mit U, die Gitterspannung mit U_x und den Anodenstrom mit i_a, so erhält man an Stelle der Gleichung (1) den Ausdruck

$$i_a = K'(D\,U - D\,R_a\,i_a - U_x) \quad . \quad (1\,a)$$

und durch gleichartige Weiterentwicklung für den Höchstwert der am Gitter meßbaren Spannung

$$U_x\,max = (i_{ao}/K')^{2/3} + i_{ao} \cdot D \cdot R_a = U \cdot D \quad (5\,a)$$

Der Meßbereich läßt sich also in derselben Weise ändern, doch erfordert ein solches von beispielsweise $U_x = 100$ V eine Anodenspannung U von der Größenordnung 10^3 V und einen Widerstand R_a von 10^6 Ohm, beides für ein Meßgerät unbequem hohe Werte. Der Vorteil des umgekehrten Röhrenvoltmeters liegt einerseits darin, daß für Meßbereiche bis 10^3 V und darüber (6) die bei Netzanschluß üblichen Speisespannungen ausreichen. Anderseits verhält sich die Anode hinsichtlich des Entstehens eines Anodenstromes, dem hier die gleiche Bedeutung zukommt wie dem Gitterstrom bei gewöhnlichen Schaltungen, günstiger, weil sie weiter von der heißen Kathode entfernt ist. Der Eingangswiderstand wird hauptsächlich durch den Isolationswiderstand der Anode bestimmt. Bei Messung von Gleichspannungen ließen sich ohne besondere Vorkehrungen mit gewöhnlichen Rundfunkröhren Eingangswiderstände von 10^8 Ohm und mehr erzielen. Als Meßröhren erwiesen sich direkt geheizte Trioden (AD1, RE134, RE034) als gut verwendbar. Für hohe Ansprüche kann man Spezialröhren mit besonders gut isolierter, von den anderen Durchführungen getrennter Anodenzuleitung verwenden (4, 8).

C. Röhrenvoltmeter für Gleichspannungsmessungen.

Zunächst soll ein möglichst vielseitig verwendbares Gerät beschrieben werden, bei dem die aufgezählten Anpassungsmöglichkeiten ausgenutzt sind. Es empfiehlt sich, bei Wechselstromnetzanschluß für die Hilfsspannungen eine Gleichrichterstufe vorzusehen. Der Betrieb aus dem Gleichstromnetz bewährte sich nicht wegen der oft unklaren Er-

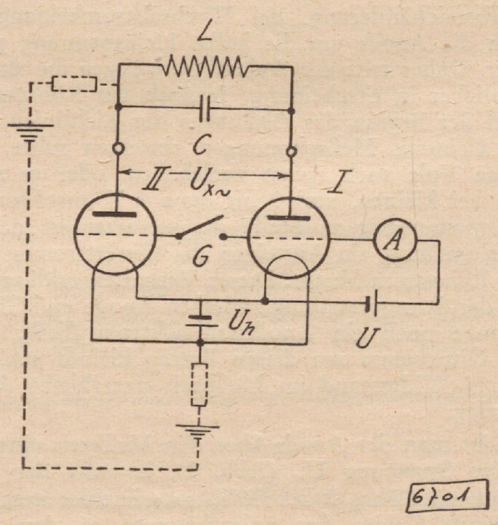


Abb. 6.

dungsverhältnisse. Die Reproduzierbarkeit der Eichlinien hängt von der Konstanz der Emission und der Hilfsspannungen ab. Es gelang, durch eine ungewöhnliche Anwendung eines Eisenwasserstoffwiderstandes mit geringstem Aufwand an Schaltmitteln beide Einflußgrößen in ausreichender Weise zu stabilisieren. Die Schaltung zeigt Abb. 5. Die Meßschaltung wird von einem gewöhnlichen Rundfunktnetztransformator gespeist, dessen Eingang

unter Vorschaltung eines Eisen-Urdox-Widerstandes EU am Netz liegt. Der richtige Arbeitspunkt des Variators kann mit dem Widerstand W abgeglichen werden. Die Heizspannung ist mit einem feinfühligen Widerstand R_h regelbar; sie wird durch die beiden Widerstände H halbiert. Die Gleichrichterröhre liefert Spannung an den Spannungsteiler T, an dem die Hilfsspannungen abgegriffen werden können. In der Schaltung sind drei Meßbereiche vorgesehen, die mit dem einpoligen Umschalter S einzustellen sind. Der Gitterwiderstand R_{g1} ist, wenn die erste Stufe möglichst empfindlich sein soll, kurzzuschließen; als Gitterwiderstand ist dann nur der Widerstand des Strommessers wirksam. R_{g2} wird dann als Vielfaches dieses Grundwiderstandes gewählt. Bei geeigneter Auswahl der verwendeten Kennlinienstücke gelingt es, ohne Schwierigkeit den Meßbereich auch unter Beibehaltung der Skala auf mehrere Stufen zu erweitern. Nach Festsetzung der Gitterwiderstände wird die Heizspannung auf den Nennwert oder einige Zehntel Volt weniger eingeregelt. Die Anzapfungen am Spannungsteiler werden so eingestellt, daß in jeder Stellung des Umschalters S das Instrument A den gleichen (meist den Vollausschlag) zeigt. Zuletzt wird der Hilfsstrom i_k mit R_k auf den gewünschten Wert eingestellt. Meist verzichtet man auf eine Kompensation, da der flache Auslauf der Eichlinien kaum stört; überdies ist beim Entfall des Hilfsstromes das Gerät gegen Überlastungen unempfindlich. Es wurden absichtlich alle unsicheren Kontakte an Potentiometern und Widerständen vermieden. Der Spannungsteiler wird vorteilhaft auf einem genügend großen Widerstandskörper gewikkelt, die Anzapfungen sind zu verlöten, da Rohrschellenabgriffe zu unsicher sind. Der einzige verstellbare Widerstand ist der Heizwiderstand, der kräftig ausgeführt sein muß. Die Bedienung des Gerätes erschöpft sich in der Wahl des Meßbereiches und der fallweisen Nachregelung auf richtige Emission mit dem Heizwiderstand.

Die beschriebene Schaltung kann in vielen Fällen noch vereinfacht werden. Wie bereits erwähnt, kann man ohne Hilfsspannungen auskommen. Eine Änderung des Meßbereiches ist hier nicht mehr möglich, wie aus der Linienschar der Abb. 2 ersichtlich ist. Das Instrument ist auf den Gitteranlaufstrom abzustimmen. Ein einfacheres Röhrenvoltmeter ist wohl kaum denkbar, denn es besteht nur aus der Heizstromquelle, also Batterie oder Heiztrafo und dem Heizwiderstand, da auf eine Stabilisierung in diesem Fall verzichtet werden kann. Als Anlaufstromlinie verläuft die Eichlinie exponentiell, was für manche Verwendung erwünscht ist. Nimmt man als einzige Stromquelle einen 6-V-Akkumulator und eine 2-V-Batterieröhre, so kann man die restlichen 4 V als Vorspannung U_v verwenden. Diese einfache Schaltung hat sich vollauf bewährt.

D. Messung von Wechselspannungen.

Auf die Möglichkeit, mit dem umgekehrten Röhrenvoltmeter auch Wechselspannungen zu messen, hat Welikin (10) hingewiesen. Da beim Anlegen einer Wechselspannung an die Schaltung der Abb. 1 in einer der Halbperioden die Anode positiv wird, ist der Eingangswiderstand während dieser Zeit klein. Der Meßkreis wird belastet, die in den Halbperioden verschiedene Belastung erzeugt überdies Verzerrungen. Die Einschaltung eines Kondensators in die Anodenzuleitung beseitigt diese Mängel nur in unzureichender Weise. Schließlich gibt Welikin die Schaltung nach Abb. 6 an. I ist die Meßröhre, Röhre II wirkt nur als Ventil, das bei positiv werdender Anode I das Zustandekommen eines den Meßkreis belastenden Stromes verhindern soll. Werden die Gitter der beiden Röhren verbunden (Schalter G geschlossen), so können beide Halbperioden zur Messung verwendet werden. Die beiden Röhren wirken abwechselnd als Meßrohr oder Ventil. Ein Nachteil der Schaltung wird aber nicht erwähnt: Der Eingangswiderstand für die Zeit, in der die Anode der Röhre I positiv ist, wird durch die Güte des Isolationswiderstandes der Anode in Röhre II bestimmt; dieser Widerstand kann aber durch Nebenschlüsse gemindert oder ganz überbrückt werden. Die gleichzeitige Erdung des Meßkreises und der Meßschaltung schließt die Röhre II kurz, wie in Abb. 6 eingezeichnet wurde. Eine ausreichende Isolation gegen

Werde Mitglied der NSD.

Erde läßt sich aber sowohl beim Meßkreis, sofern er nicht überhaupt geerdet ist, als auch beim Röhrenvoltmeter, besonders bei Netzanschluß, wohl kaum erzielen. Diese Umstände machen die Schaltung in vielen Fällen unverwendbar. Das einzige Mittel zur Behebung dieser Mängel ist die gegen Erde hochisolierte Aufstellung des Meßgerätes einschließlich der Stromquellen. Der Isolationswiderstand wird je nach der Frequenz der Meßspannung durch die Kapazität gegen Erde mitbestimmt, wodurch es bei höheren Frequenzen schwer wird, einigermaßen hohen Eingangswiderstand zu erzielen. Durch Vor-

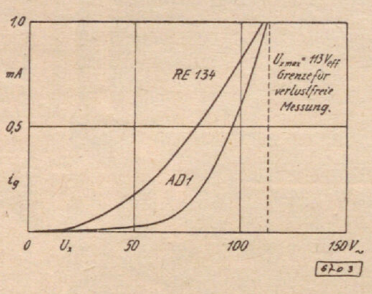


Abb. 7.

schalten kleiner Kondensatoren läßt sich der kapazitive Widerstand gegen Erde erhöhen, doch ist es dann ratsam, zwischen die beiden Anoden einen Hochohmwiderstand zu legen (etwa $2 \cdot 10^7$ Ohm), damit sich Aufladungen ausgleichen können. Die Schaltung läßt sich durch Verwendung von Doppelröhren vereinfachen.

Die angedeuteten Schwierigkeiten lassen sich umgehen, wenn man die für Gleichspannungsmessung entwickelte Schaltung etwas abändert. Man kann mit dem in Abb. 1 dargestellten Röhrenvoltmeter sofort Wechselspannungen messen, wenn man die Vorspannung U_v so groß macht, daß der Gitterstrom nahezu verschwindet. Wechselmeßspannungen machen die Anode während einer Halbperiode positiver, wodurch der Gitterstrom der angelegten Spannung entsprechend ansteigt. Die Schaltung verhält sich ebenso wie ein mit „B-Gleichrichtung" (am unteren Kennlinienknick) arbeitendes Röhrenvoltmeter (11), doch mit Ausnützung der Vorteile der umgekehrten Anordnung. Bedingung für die Erhaltung des hohen Eingangswiderstandes ist, daß die Vorspannung U_v größer bleibt als der Höchstwert der zu messenden Spannung U_x, also etwa gleich dem 1,5fachen Effektivwert gemacht wird. Abb. 7 zeigt einige der erhaltenen Eichlinien. Infolge des flachen Auslaufes der für Gleichspannungen erhaltenen Eichlinien (Abb. 3) ist die Anfangsempfindlichkeit sehr klein; die Schaltung eignet sich daher erst für Spannungen von etwa 10 V aufwärts. Ist im Meßkreis kein Gleichstromweg vorhanden, so muß die Vorspannung U_v über einen Hochohmwiderstand R_v (Abb. 8) zugeführt werden, der aber unbedenklich sehr groß ($1 \ldots 5 \cdot 10^7$ Ohm) gemacht werden kann. Selbstverständlich können mit dem Gerät auch Gleichspannungen gemessen werden. Die bei der Gleichspannungsmeßeinrichtung mögliche Speisung des Gitterkreises mit Wechselstrom ist hier nicht möglich. Die Meßbereichänderung oder -umschaltung kann nach denselben Grundsätzen wie beim Gleichspannungsvoltmeter ausgeführt werden.

E. Zusammenfassung.

Das umgekehrte Röhrenvoltmeter wird theoretisch untersucht und in einer vielseitig verwendbaren Ausführung beschrieben. Durch einige Abänderungen kann das Gerät auch für Wechselspannungsmessungen verwendbar gemacht werden. Einige schon von anderer Seite beschriebene Meßschaltungen werden besprochen. Mit einem Eisen-Urdox-Widerstand konnte bei geringstem Aufwand eine für Betriebsspannungen ausreichende Stabilisierung des Netzanschlusses erreicht werden. Bei Schaltungen mit negativer Anode können unter Umständen Barkhausen-Kurz-Schwingungen (Elektronenpendelungen um das Gitter) auftreten (12), worauf J. Schintlmeister (1) hinweist. Begünstigend für das Zustandekommen sind hohe (etwa 200 V) Gitterspannungen bei kleinen (etwa 20 V) Anodenspannungen. Das Entstehen solcher Schwingungen ist also bei den hier angewandten kleinen Spannungen U unwahrscheinlich und trat auch bei den Ver-

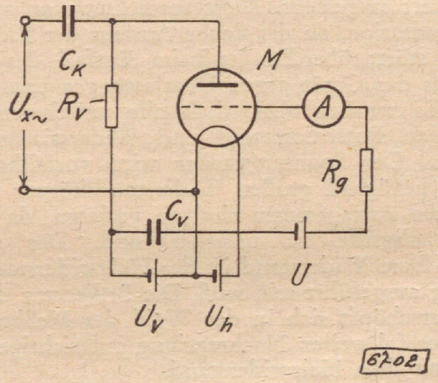


Abb. 8.

suchen nicht ein. Anzeichen für das Einsetzen von Elektronentanzschwingungen sind Kennlinienveränderungen und besonders das Auftreten eines Anodenstromes trotz negativer Anode. Bei Röhren, die Schwingneigung haben, wird sich das Schwingen auch durch genügende Vorspannung U_v verhindern lassen.

Schrifttumverzeichnis.

1. J. Schintlmeister, Die Elektronenröhre als physikalisches Meßgerät, Springer, Wien 1942.
2. P. M. Pflier, Siemens-Z. 22 (1942), S. 66.
3. A. Täuber-Gretler, Schweiz. techn. Z. 1939, Nr. 9.
4. L. Weisglass, Elektrotechn. Z. 1927, 107.
5. E. Hogenard, Onde électr. 17 (1938), 100.
6. O. H. Schmitt, J. sci. Instrum. 15 (1938), 136.
7. K. Melzer, Elektrotechn. u. Maschinenb. 55 (1937), 173.
8. L. Weisglass, Elektrotechn. Z. 1928, 796.
9. H. Roth, W. Kleen, Grundlagen u. Kennlinien d. Elektronenröhren, Akad. Verl. Ges. Leipzig 1940, S. 139.
10. W. Welikin, Elektr. Nachr. Techn. 1930, 79.
11. O. Zinke, Hochfrequenzmeßtechnik, Hirzel 1938, S. 60
12. H. Barkhausen, Elektronenröhren, 3. u. 4. Aufl., Bd. 3, S. 98.

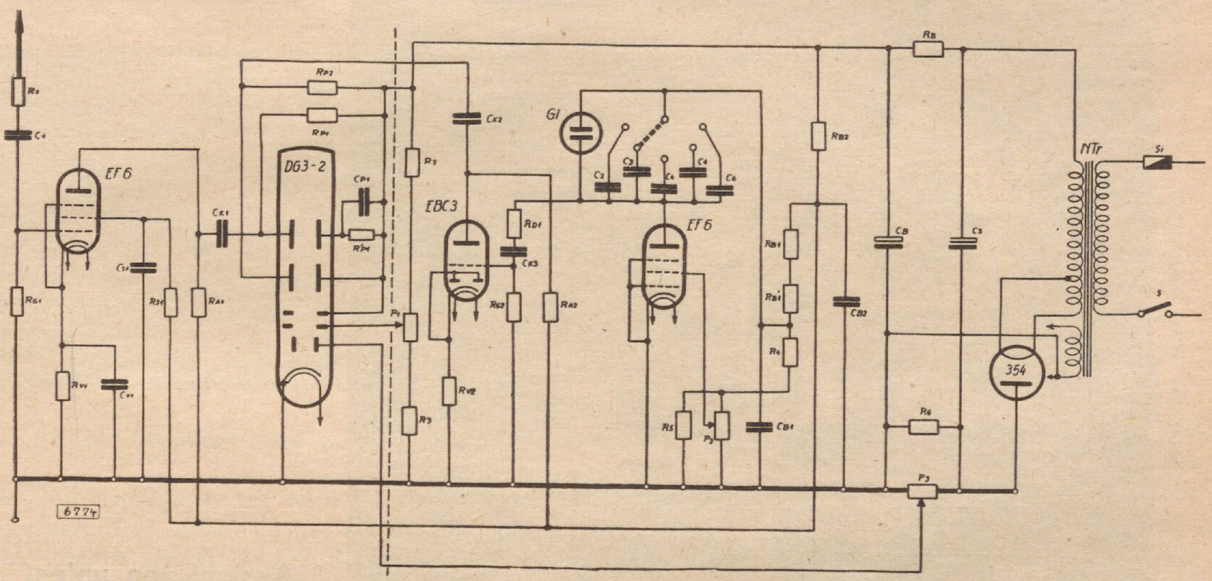
Ein Tastoszillograph für die Reparaturwerkstätte

4580 W

Mit diesem Gerät wird ein neuer Weg für die Fehlersuche eröffnet, indem das Geschehen im Empfänger während seiner Funktion sichtbar gemacht wird, ohne irgend welche Teile abschalten zu müssen oder durch lange Anschlußleitungen Verstimmungen und sonst unkontrollierte Einflüsse zu verursachen.

Die bisher übliche Art der Fehlersuche mittels Zeigerinstrumenten gestattet nur eine Prüfung der an den Elektroden liegenden Spannungen, ohne direkte Kontrolle der Arbeitsweise der zu untersuchenden Stufe. Nun gibt es aber auch Fehler, die nicht leicht durch Spannungsmessung am Röhrensockel festgestellt werden können. Solche Fehler sind z. B. hochfrequentes und niederfrequentes Schwingen und Kippschwingungen. In der Regel machen sich diese Fehlerscheinungen durch auffallend geringe Verstärkung des Apparates, starkes Verzerren, Knurren oder Pfeifen bemerkbar. Die Feststellung des schwingenden Teiles geschieht meistens durch Abtasten der kritischen Leitungen. Bei Annäherung oder Berührung einer sogenannten „heißen Leitung" konnte man dann feststellen, ob die Schwingung verstärkt wurde, bzw. durch die Berührung aussetzte.

Diese Art der Untersuchung ist ziemlich zeitraubend, da oft an mehreren Leitungen dieser Effekt auftritt und es dann viel Erfahrung und Geduld erfordert, die wirklich störenden Einflüsse zu ermitteln. Die Untersuchung eines Apparates mit Hilfe eines Oszilloskops ist durchaus nicht neu, nur wird durch die langen Verbindungsleitungen die Funktion des Apparates wesentlich beeinflußt.



Vor längerer Zeit wurde von einer Röhren-

MATERIALZUSAMMENSTELLUNG FÜR RA 4580 W.

1 Netztransformator NTr, VE-Type.
2 Potentiometer P1, P2, 0,05 Megohm.
1 Potentiometer P3, 0,05 Megohm, mit Schalter.
1 Stufenschalter für 5 Stellungen.

Blockkondensatoren:

C6 200 pF.
C5 1000 pF.
C4 5000 pF.
C1, CK1 10.000 pF.
C3 20.000 pF.
C2, CK2, CK3, CP1, CS1, CV 0,1 MF.
CB1 1 MF.

1 Trockenelektrolytkondensator CB2, 4 MF, 350 V.
2 Elektrolytkondensatoren CS, CB, 8 MF, 550 V.

Widerstände:

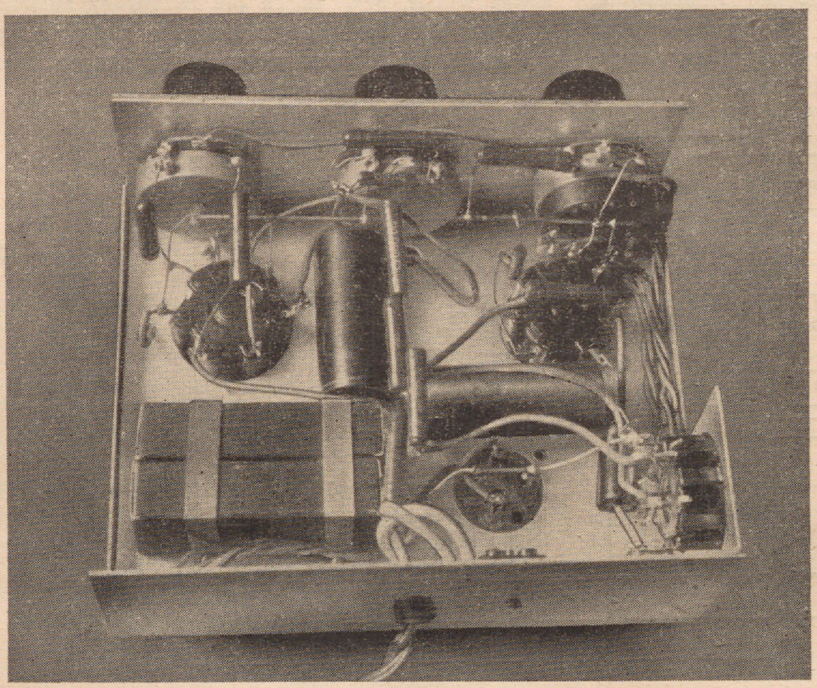
RV1 1200 Ohm, 0,25 W.
R5, R6 3000 Ohm, 0,5 W.
RV2 4000 Ohm, 0,25 W.
RB7 5000 Ohm, 1 W.
RB1' 20.000 Ohm, 0,5 W.
RB2, RA1 50.000 Ohm, 1 W.
RB1 0,1 Megohm, 0,5 W.
RS1 0,15 Megohm, 0,25 W.
RA2, R3 0,3 Megohm, 0,5 W.
R1 0,5 Megohm, 0,25 W.
RD, R4 1 Megohm, 0,25 W.
RG1, RG2 1,5 Megohm, 0,25 W.
RP1, RP2, RP1' 3 Megohm, 0,25 W.

Röhren:

EF6, EF6, EBC3, Valvo DG3-2, RGN 354.
1 Signalglimmlampe G1.

firma eine kleine Kathodenstrahlröhre mit nur 3 cm Durchmesser — also in der Größenordnung eines magischen Auges, auf den Markt gebracht. Diese kleine Kathodenstrahlröhre gestattet nun, die Untersuchung des Empfängers so vorzunehmen, wie es bisher mit Prüfspitzen und Zeigerinstrument üblich war. Leider ist die Ablenkempfindlichkeit durch die kleinen Maße der Röhre gering, so daß, um eine merkliche Ablenkung zu erzielen, die zu prüfenden Wechselspannungen noch verstärkt werden müssen. Die kleinen Röhren der Roten Serie erscheinen für diesen Zweck besonders geeignet, da auch die Kathodenstrahlröhre 6,3 V Heizspannung benötigt. Die als Vorverstärker verwendete Röhre und die Oszillographenröhre werden zusammen in einem Tubus montiert, an dessen unterem Ende sich eine Prüfspitze befindet, die unmittelbar an das Gitter der Verstärkerröhre führt. Die Betriebsspannungen werden über ein biegsames Mehrfachkabel zugeführt. Die durch diese Bauart ermöglichte kleine Kapazität verursacht nur geringe Verstimmungen, die die Funktion der untersuchten Stufe nicht mehr wesentlich beeinträchtigen. Am Schirm der Elektrodenstrahlröhre ist dabei die an der untersuchten Elektrode liegende Wechselspannung nach Frequenz und Kurvenform sichtbar.

Es ist allerdings nicht gedacht, mit diesem Oszilloskop Kurvenuntersuchungen und Analysen vorzunehmen, sondern es soll lediglich festgestellt werden, ob an der untersuchten Stelle Wechselspannung vorhanden ist und in welcher Größenordnung sich die Frequenz und die Höhe der Spannung bewegen. Aus diesen Angaben läßt sich schon ein eindeutiger Schluß auf die Arbeitsweise der Röhre ziehen. Zu dieser Untersuchung genügt schon ein ganz einfaches Kippgerät, das durchaus nicht allzu hohen Ansprüchen gerecht zu werden braucht. Schon einige wenige Kippfrequenzen würden durch die mehr oder weniger steile Lage der Kurve auf dem Leuchtschirm den Unterschied zwischen Hoch- und Niederfrequenz bemerkbar machen. Um aber auch niederfrequente Schwingungen von Kipperscheinungen trennen zu können, ist es doch vorteilhafter für die Kippfrequenzen, eine einfache Feinregulierung vorzusehen. Zu diesem Zweck werden die Kippkondensatoren über eine als Ladewiderstand dienende Hochfrequenzpentode aufgeladen, deren Anodenstrom, praktisch von der Anodenspannung unabhängig, durch die Schirmgitterspannung geregelt wird.

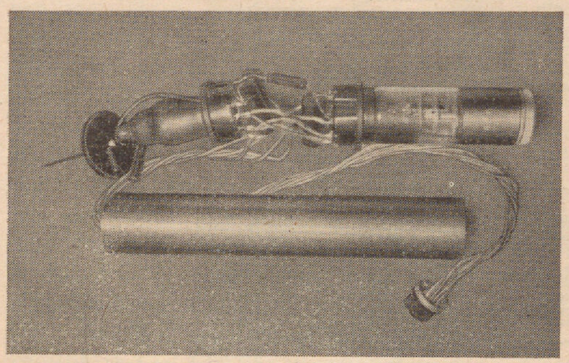


Ansicht von unten.

Im folgenden soll das Schaltbild besprochen werden. Das vor dem Gitter der Verstärkerröhre liegende, aus Widerstand R_1 und Kondensator C_1 gebildete Glied dient zur Fernhaltung von Gleichspannungen und zur Dämpfung, um wildes Schwingen zu verhindern. Dem Steuergitter wird die Gittervorspannung über den Widerstand R_{G1} zugeführt. Der richtige Arbeitspunkt wird durch den Kathodenwiderstand der Röhre R_{V1} eingestellt. Zur wechselstrommäßigen Überbrückung dient der Kondensator C_{V1}. Das Schirmgitter erhält seine Spannung wie üblich über den Widerstand R_{S1} und liegt über dem Kondensator C_{S1}

an Masse. Die Anode der Röhre arbeitet auf den Widerstand R_{A1}. Da ein breites Frequenzband verstärkt werden muß, darf dieser Widerstand nicht allzu groß genommen werden. Es ist dies kein Mangel, da man schon mit einer zehn- bis zwanzigfachen Verstärkung das Auslangen findet.

Die verstärkte Wechselspannung wird über den Kondensator C_{K1} an die Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre gelegt. Eventuelle Aufladungen dieser Platte können über den Widerstand R_{P1} abfließen. Die gegenüberliegende Ablenkplatte ist innerhalb der Röhre mit der Anode verbunden und liegt an der vollen Beschleunigungsspannung von 500 V. Um symmetrische Verhältnisse an den Vertikalplatten zu erzielen, liegt die Ablenkplatte über den Widerstand R_{P1}' und den Kondensator C_{P1} an der Saugspannung. Dem Plattenpaar für



Der Tastkörper und sein Innneres.

die Horizontalablenkung wird die Kippspannung zugeführt. Um auch hier Aufladungen zu vermeiden, können sich die Ablenkplatten über den Widerstand R_{P2} entladen. Die Bildhelligkeit wird durch die Vorspannung des Wehneltzylinders eingestellt. Dazu dient das Potentiometer P_3, welches mit dem Widerstand R_6 überbrückt ist.

Die Kathode der Braunschen Röhre steht mit einem Heizfaden in Verbindung und liegt an Masse. Somit ist ein Heizpol schon an die Minusleitung gelegt. Es hat sich durch den Versuch ergeben, daß es nicht notwendig ist, für die im Gerät verwendeten Röhren getrennte Heizwicklungen zu verwenden. Es sind ganz gegen die übliche Gewohnheit alle Röhren von einer Heizwicklung gespeist und der Minuspol der Anodenspannung an Masse geführt. Um die Zylinderspannung zur Einstellung der Strichschärfe genau regeln zu können, liegt das dazu erforderliche Potentiometer P_1 zwischen den beiden Widerständen R_2 und R_3. Diese sind so bemessen, daß der am Potentiometer P_1 auftretende Spannungsabfall eine leichte Regelung der Einstellung ergibt.

Zur Erzeugung der Kippspannungen dienen die Kondensatoren C_2 bis C_6, die durch einen Stufenschalter wählbar sind und dadurch eine Grobregelung der Kippfrequenzen gestatten. Als Entlade-

Materialzusammenstellung

zum

Tastoszillograph RA 4580 W

1 Netztransformator, VE-Type
2 Potentiometer, 0,05 Megohm
1 Potentiometer, 0,05 Megohm, mit Schalter
1 Stufenschalter für 5 Stellungen
1 Kondensator, 200 pF
1 Kondensator, 1000 pF
1 Kondensator, 5000 pF
2 Kondensatoren, 10.000 pF
1 Kondensator, 20.000 pF
6 Kondensatoren, 0,1 MF
1 Kondensator, 1 MF
1 Trockenelektrolytkondensator, 4 MF, 350 V
2 Elektrolytkondensatoren, 8 MF, 550 V
1 Widerstand, 1200 Ohm, 0,25 W
2 Widerstände, 3000 Ohm, 0,5 W
1 Widerstand, 4000 Ohm, 0,25 W
1 Widerstand, 5000 Ohm, 1 W
1 Widerstand, 20.000 Ohm, 0,5 W
2 Widerstände, 50.000 Ohm, 1 W
1 Widerstand, 0,1 Megohm, 0,5 W
1 Widerstand, 0,15 Megohm, 0,25 W
2 Widerstände, 0,3 Megohm, 0,5 W
1 Widerstand, 0,5 Megohm, 0,25 W
2 Widerstände, 1 Megohm, 0,25 W
2 Widerstände, 1,5 Megohm, 0,25 W
3 Widerstände, 3 Megohm, 0,25 W
Röhren: EF6, EF6, EBC3, Valvo DG3-2, RGN 354
1 Signalglimmlampe G1

Preise auf Anfrage

RADIO-ZENTRAL
MARIAHILFER STRASSE 86
ADOLF KREMEL
Ruf B-31-402

Provinzversand

Nach Maßgabe des vorhandenen Materials

NUR FÜR BASTLER!
GEWERBSMÄSSIGER NACHBAU VERBOTEN!

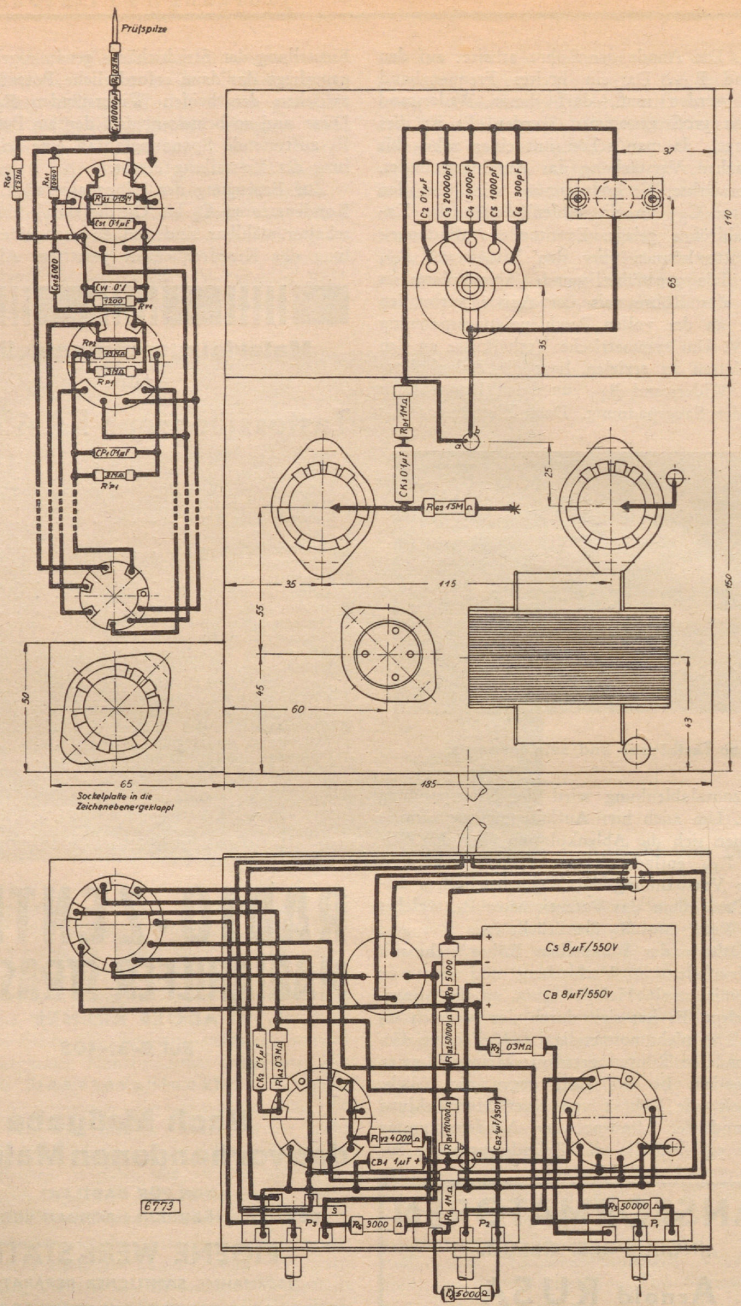
EIGENE WERKSTÄTTE
ÜBERNAHME SÄMTLICHER REPARATUREN

TRANSFORMATOREN
„INGIK" GES. GESCH.
Arnold RUSA
Wien XVIII/110, Schumanngasse 36, Ruf A-22-2-74

Blaupause 1 : 1
beim Verlag erhältlich

BAUPLAN NR. 314.

Tastoszillograph RA 4580 W.



Gitter- und Anodenstift der Gleichrichterröhre sind miteinander zu verbinden.

Für alle Radioreparaturen! ELEKTROLYTKONDENSATOREN
GLIMMERKONDENSATOREN
ROLLBLOCKS
Ostmärkischer Generalvertrieb:
ING. ERNST RICHTER • WIEN-KLOSTERNEUBURG
Ruf R-23-9-95 Musterlager: Wien, I., Kärntnerstraße 17/2

widerstand dient eine kleine Signalglimmlampe. Den Ladewiderstand bildet eine Hochfrequenzpentode, deren Schirmgitterspannung durch das Potentiometer P_2 eingestellt werden kann. Die auf diese Art gewonnene Kippspannung beträgt nur einige Volt und ist zur Aussteuerung der Kathodenstrahlröhre zu gering. Sie muß erst durch die Röhre EBC3 auf den entsprechenden Wert (zirka 100 V) gebracht werden. Zu diesem Zweck wird von der Anode der EF6, an welcher der gemeinsame Pol aller Kippkondensatoren liegt, über den Widerstand R_D und den Kondensator C_K3 die Kippspannung dem Gitter der Röhre aufgedrückt. Über den Widerstand R_{G2} wird die Vorspannung zugeführt. Die Gittervorspannung wird als Spannungsabfall längs des Widerstandes R_{V2} gewonnen. Dieser Widerstand braucht nicht mit einem Kondensator überbrückt zu werden, man erzielt dadurch eine kleine Stromgegenkopplung, welche zur Linearisierung der Zeitablenkung beiträgt. Der Widerstand R_{A2} stellt den Arbeitswiderstand der Röhre EBC3 dar. Die Verstärkerröhren EF6 und EBC3 arbeiten mit 250 V Anodenspannung. Die vom Gleichrichter gelieferte Anodenspannung beträgt rund 500 V. Der Widerstand R_{B2} setzt diese Spannung auf den für die Verstärkerröhren erforderlichen Betrag herab. Zur Siebung und Entkopplung ist der Kondensator C_{B2} vorgesehen. Die für das Kippgerät erforderliche Glimmlampe G_1 zündet schon bei ganz geringen Strömen und erfordert deshalb eine weitere Reduktion der Spannung, welche über die Widerstände R_{B1} und R_{B1}' vorgenommen wird. Die Widerstände R_4 und R_5 unterteilen die Spannung so, daß gerade der zur Regelung erforderliche Bereich vom Potentiometer P_2 überstrichen wird.

Die Stromversorgung des ganzen Gerätes übernimmt der Transformator NTr, und zwar hat sich dazu der Transformator des Volksempfängers ausgezeichnet bewährt. Die 4-V-Wicklung muß allerdings entfernt und durch eine Wicklung für 6,3 V ersetzt werden. Die neue Windungszahl errechnet man nach der Formel $\frac{x \cdot 6{,}3}{4}$ wobei x die Windungszahl der 4-V-Wicklung bedeutet. Durch den geringen Stromverbrauch ist es möglich, wenn ein großer Sammelkondensator C_S vorgesehen wird, diesen fast auf volle Spitzenspannung aufzuladen und somit die zum Betrieb der Kathodenstrahlröhre erforderliche Spannung von rund 500 V auf einfache Art zu gewinnen. Zur Glättung ist der Widerstand R_{B2} und der Kondensator C_{B2} vorgesehen. Die Gleichrichtung der Netzwechselspannung wird durch eine Einweggleichrichterröhre besorgt.

Der Aufbau des Gerätes erfolgt in zwei Teilen. Auf einem Chassis mit den Ausmaßen von 185×150 mm ist der Netzteil mit dem Kippgerät und zugehörigem Verstärker aufgebaut. Seitlich ist zum Anschließen des Tastkörpers ein achtpoliger Röhrensockel für stiftlose Röhren angebracht. Von einer defekten Röhre wird der Sockel entfernt und ein siebenpoliges Kabel eingelegt. Es empfiehlt sich, um Verwechslungen zu vermeiden, verschiedenfarbige Litzen zu verwenden. Die Kathodenstrahlröhre mit der dazugehörigen Verstärkerröhre befindet sich in einem Pertinaxrohr von 43 mm Innendurchmesser und 265 mm Länge. Das Zuführ-

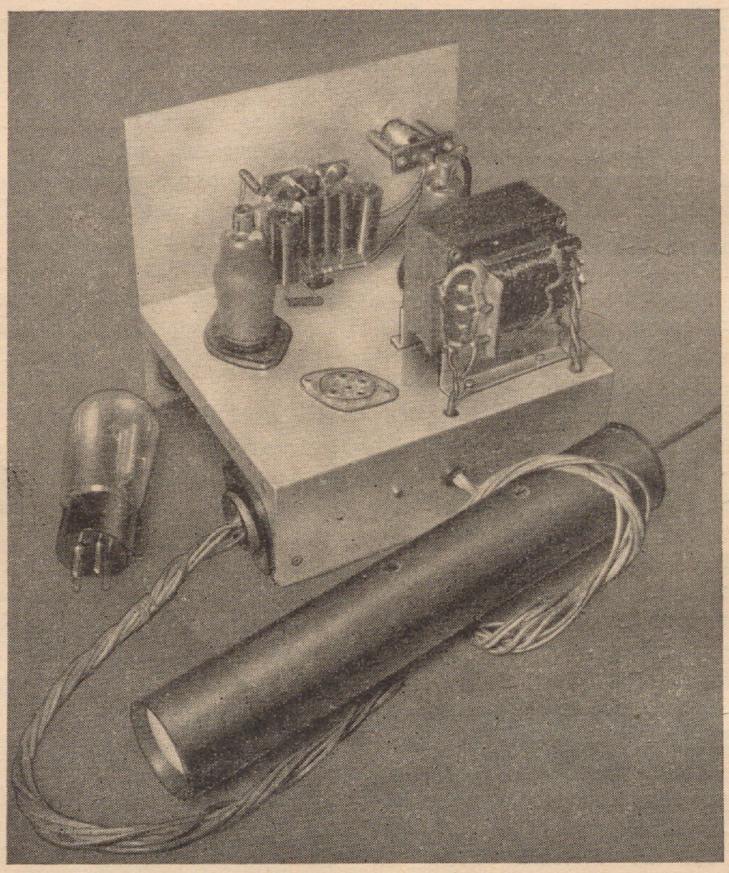
Rundfunkprüfgerät
Fabrikat Kiesewetter, „KATHOMETER", **zu kaufen gesucht.** Völlig neuer Photoapparat oder Schreibmaschine wird eventuell in Tausch gegeben. Unter **„260"** an die Administration

Mehrere Rundfunkinstandsetzer
für meine Groß-Reparaturwerkstätte, die aus meiner bis 1939 geführten Radiofabrik hervorgegangen ist, gesucht. Techniker mit guter Praxis bevorzugt. Instandsetzungsanlernlinge mit theoretischer Vorbildung und Wehrbeschädigte werden zur Einschulung aufgenommen. Meine langgeschulten Ingenieure geben Gewähr für gute Weiterbildung.
Dipl.-Ing. Franz Krischker, Wien, VII., Halbgasse 2, B-3-95-38

rungskabel ist seitlich im unteren Drittel des Tubus eingeführt. In der Höhe des Flansches der Röhrenfassung bohrt man größere Löcher in das Pertinaxrohr, damit man die Röhren mittels eines Schraubenziehers aus den Fassungen heben kann. Das untere Ende des Tastkörpers wird durch einen Deckel verschlossen, in dessen Mitte sich die Tastspitze befindet. Es ist vorteilhaft, über die Tastspitze einen Isolierschlauch zu ziehen und nur das vorderste Ende frei zu lassen, um bei den Manipulationen im Empfangsgerät Kurzschlüsse zu vermeiden. Die Aufteilung der anderen Einzelteile ersieht man aus dem Verdrahtungsplan.

Um mit dem Tastkörper die Untersuchung im Empfangsgerät vornehmen zu können, ist es erforderlich, den Chassis des zu untersuchenden Apparates mit dem Chassis des Oszilloskops zu verbinden. Nun kann man mit der Prüfspitze die einzelnen Stufen des Empfangsapparates auf ihre Funktion prüfen. Aus der Breite des Bildes am Schirm der Kathodenstrahlröhre ersieht man die Höhe der am geprüften Punkt auftretenden Wechselspannung. Bei Hochfrequenz kann dieses einfache Kippgerät nicht mehr zur Auflösung dienen, während Niederfrequenzkurven noch sehr gut gezeichnet werden. Beim Fortschreiten der Untersuchung vom Eingang des Apparates zum Ausgang muß bei richtiger Funktion der einzelnen Stufen dieses Band breiter werden. Somit ist einwandfrei festzustellen, wo die Verstärkung nicht den geforderten Maßen entspricht. Ebenso leicht läßt sich prüfen, ob eine Oszillator- oder Zwischenfrequenzstufe schwingt. Hochfrequenz, die noch im Niederfrequenzteil auftritt, läßt sich deutlich nachweisen, indem die horizontalen Striche, welche bei einer hohen Kippfrequenz die Niederfrequenz darstellen, durch mehr oder weniger steile Linien überlagert sind, die dem hochfrequenten Anteil der Spannung entsprechen. Für einfache Kurvenuntersuchungen wird der Tastkörper in ein kleines Stativ gelegt und die zu untersuchende Spannung wieder dem Prüstift und dem Chassis zugeführt. Am Schirm kann nun die Kurve beobachtet werden. Allerdings reicht das Kippgerät nur für niederfrequente Untersuchungen aus. Zum Schluß soll noch eines erwähnt werden, und zwar der Kostenpunkt des Gerätes: man höre und staune, ein kompletter Kathodenstrahloszillograph mit Breitbandverstärker, Kippgerät und Kathodenstrahlröhre um RM. 65,—. Im nächsten Heft wird der Gebrauch des Gerätes erläutert.

K. v. Medvey.



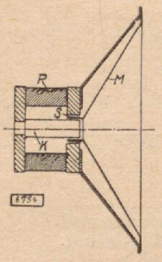
Rückansicht.

Die richtige Anpassung von Lautsprechern in Übertragungsanlagen.

Von Erich VOGL, Wien.

Die Rundfunktechnik ist heute auf einem so hohen Stand der Entwicklung, daß wir das Rundfunkgerät schon als Gebrauchsgegenstand ansprechen. Ebenso treffen wir im täglichen Leben Schritt für Schritt auf Lautsprecherübertragungsanlagen für die verschiedensten Zwecke. Bei allen nationalen Veranstaltungen werden Verstärkeranlagen eingesetzt. Die meisten Theater und Vergnügungsstätten sowie alle größeren Bahnhöfe sind mit Lautsprecheranlagen ausgerüstet. Ferner sind Betriebsrundfunk-, Kommando-, Ruf-, Such- und Luftschutzanlagen äußerst verbreitet.

Für alle diese Zwecke hat sich, seinen Eigenschaften entsprechend, der dynamische Lautsprecher gegenüber den anderen Systemen fast ausschließlich behauptet. Seine Wirkungsweise beruht auf der physikalischen Tatsache, daß ein stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld einen Bewegungsantrieb erfährt. Der Leiter besteht beim dynamischen Lautsprecher aus der Schwingspule, die im Luftspalt eines starken, ringförmigen Magneten beweglich aufgehängt und durch eine Zentrierung genau in der Mitte des Luftspaltes gehalten wird. An der Schwingspule sitzt die Membran des Lautsprechers, die die bewirkte Bewegungsamplitude an die umgebende Luft überträgt. Das Magnetfeld kann entweder durch einen Dauermagnet (man



Schnitt durch einen permanentdynamischen Lautsprecher. P ... ringförmiger Dauermagnet aus legiertem Magnetstahl. K ... Weicheisenkern. M ... Membrane mit S ... Schwingspule im Luftspalt.

Abb. 1.

spricht dann vom permanentdynamischen Lautsprecher) oder einen Elektromagnet (elektrodynamischen Lautsprecher) erzeugt werden. Schickt man durch die Spule*) einen Strom, so erzeugt dieser je nach Polarität ein Feld, das die Spule entweder in den Luftspalt hinein- oder herauszuziehen sucht. Analog rufen Wechselströme eine hin und her gehende Bewegung, also Schwingung, hervor.

*) Schwingspule.

Da die Spule aus Draht gewickelt ist, besitzt sie natürlich auch einen Widerstand. Dieser Widerstand ist kein rein Ohmscher, er ist frequenzabhängig und wird als Impedanz bezeichnet (Abb. 2). Die Schwingspulenimpedanz liegt bei Lautsprechern in der Größe von 2 bis 6 Ohm. Dieser Wert wird für eine Frequenz von 300 Hz angegeben.

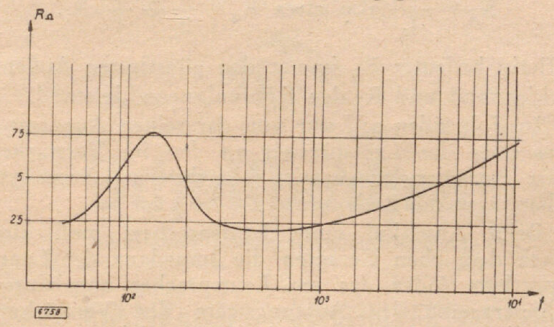


Abb. 2.

Beispiel des Impedanzverlaufes eines handelsüblichen Lautsprechers mit der Nenn- oder Anpassungsimpedanz von 2,5 Ohm (bei 300 Hz).

Von großer Bedeutung für die richtige Arbeitsweise einer Übertragungsanordnung ist die zweckentsprechende Anpassung ihrer einzelnen Glieder untereinander. Die Notwendigkeit einer Anpassung überhaupt geht allein schon daraus hervor, daß die Lautsprecherendröhren einen Außenwiderstand von einigen Kiloohm erfordern. Viele der handelsüblichen Lautsprecher besitzen daher einen angebauten Übertrager, um die niedrigen Impedanzen der Schwingspule auf höhere Werte zu übersetzen.

Die allgemein von einem Generator (hier Verstärker) an einem Verbraucher (Lautsprecher) abgegebene Leistung ist:

$$N_v = \frac{U^2 \cdot R}{(R_v + R)^2}.$$

Hierin sind, siehe Abb. 3, N_v und R_v Ausgangsleistung und -widerstand des Verstärkers, R ist die Lautsprecherimpedanz. Wie sich mathematisch beweisen läßt, erreicht die Leistung einen Höchstwert, wenn

$$N_v = \frac{U^2}{4 \cdot R_v}.$$

Die günstigste Leistungsanpassung ist daher dann

Radiomaterial und Reparaturen
beim Radiohaus **Franz Seidl**
Wien, VII., Neubaugasse 86 / Telephon: Verkauf B-31-0-59, Werkstätte B-33-1-98-U

erreicht, wenn

$$R = R_v.$$

Dieses Gesetz gilt zur Erzielung maximaler Leistung. Da es in der Endstufe eines Verstärkers, das heißt bei Anpassung an die Röhren selbst, nicht auf größte, sondern auf größte unverzerrte Leistung ankommt, gilt dieses Gesetz hier nicht ohne weiteres. Vielmehr gilt bei Trioden

$$R_a = 2 \div 3 \,.\, R_i$$

und für Pentoden

$$R_a = \frac{U_a}{I_a} \text{ also etwa } R_a = \frac{1}{3} \div \frac{1}{4} \,.\, R_i.$$

Hierin bedeutet R_a immer den günstigsten Außenwiderstand und R_i den Röhreninnenwiderstand.

Im folgenden soll nur von der reinen Anpassung des oder der Lautsprecher an den im Verstärker fast ausnahmslos bereits eingebauten Ausgangsübertrager die Rede sein.

Beim Anschluß eines Lautsprechers muß also nach dem oben Gesagten die Impedanz des Lautsprechers (oder des am Lautsprecher angebauten Übertragers) der Ausgangswert des Verstärkers möglichst genau entsprechen. Abweichungen von $20 \div 30\%$ sind jedoch praktisch unbedeutend und daher ohne weiteres zulässig. Man kommt so entweder zu einer Unter- oder Überanpassung.

Daß bei unrichtiger Anpassung Lautsprecherleistung eingebüßt wird, geht einerseits aus der Leistungsformel hervor und ist anderseits aus Abb. 4 ersichtlich. Dies ist aber nicht die einzige Folge falscher Anpassung. Es tritt noch eine Qualitätsverschlechterung der Wiedergabe ein, hauptsächlich in der Form, daß bei Unteranpassung die niederen Frequenzen und bei Überanpassung die hohen Frequenzen beschnitten werden. Nebenher läuft bei starker Abweichung von der richtigen Anpassung eine entsprechende Verzerrung.

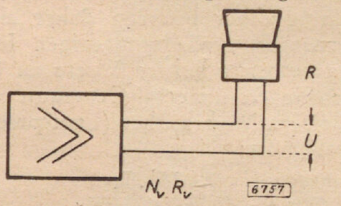


Abb. 3.

Bei Klasse B-Verstärkern ist ganz besonders auf richtige Anpassung zu achten, da hier insbesondere Unteranpassung leicht zur Überlastung der Endröhren führen kann.

Arbeitet man mit mehreren Lautsprechern, so kann man sie entweder in Serie oder parallel an den Verstärker schalten. Die Parallelschaltung ist betriebssicherer und daher vorzuziehen. Setzt nämlich bei Serienschaltung ein Lautsprecher aus, so sind damit auch alle anderen an der gleichen Leitung liegenden Lautsprecher außer Betrieb gesetzt.

Sind Verstärker und Lautsprecher räumlich weit voneinander entfernt, so paßt man hinter dem Verstärker auf 200 Ohm Leitungswiderstand an. Der Lautsprecher wird über einen weiteren Übertrager

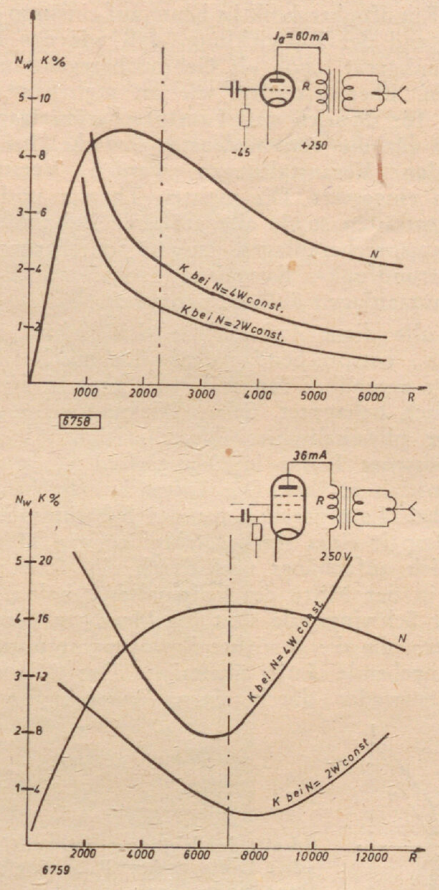


Abb. 4.

Abhängigkeit der Lautsprecherleistung und des Klirrfaktors vom Anpassungswiderstand. a . . . Triode; b . . . Pentode.

an die Leitung angepaßt. Durch diese Anordnung wird ein möglichst kleiner Leitungsverlust angestrebt. Verluste von $5 \div 8\%$ werden noch als tragbar angesehen.

Sollen an einen Verstärker z. B. acht Lautsprecher zu je 400 Ohm Impedanz (bei 300 Hz) angeschlossen werden, so ergibt sich bei Parallelschaltung ein Anpassungswiderstand von 50 Ohm. Lassen wir Abweichungen von 30% zu, so darf der Ausgangswert des Verstärkers in den Grenzen von $35 \div 65$ Ohm liegen. Wir wollen von einer Überanpassung Gebrauch machen und schalten daher an die 35-Ohm-Klemmen unseres Verstärkers.

Es gilt also hier die allgemeine Formel für die Parallelschaltung von Widerständen (Kirchhoff-

ALLE DRÄHTE bei Emmy Löschl-Jakubetz KABEL-EMMY FABRIKSLAGER
Wien, VI., Gumpendorfer Straße 88. Ruf B-23-4-68

sches Gesetz). Denn es ist

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Die Lautsprecher erhalten dabei alle die gleiche Leistung. Oft ist es aber erwünscht, zwei verschiedene Lautsprecher mit verschiedener Leistung zu betreiben, weil sich einer z. B. im Freien und der

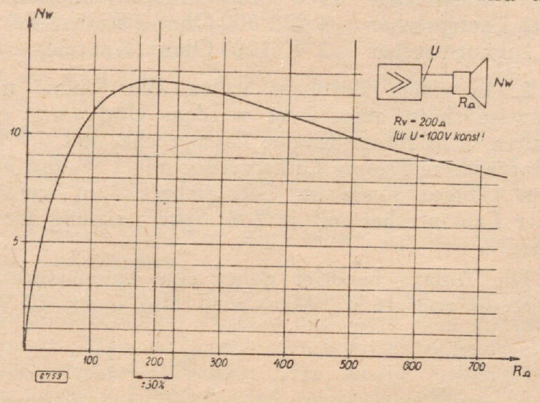


Abb. 5.

andere in einem kleinen Büroraum befindet. Dann muß man auf andere Art vorgehen.

In Abb. 5 sollen zwei Lautsprecher mit verschiedener Sprechleistung N_1 und N_2 an einen Verstärker mit der Ausgangsimpedanz R_v angeschlossen werden. Dazu wird zunächst die benötigte Verstärkerleistung ermittelt.

$$N_v = N_1 + N_2.$$

Bei Parallelschaltung ist aber

$$U^2 = N_v \cdot R_v = N_1 \cdot R_1 = N_2 \cdot R_2.$$

Das heißt, daß das Produkt aus Leistung und Im-

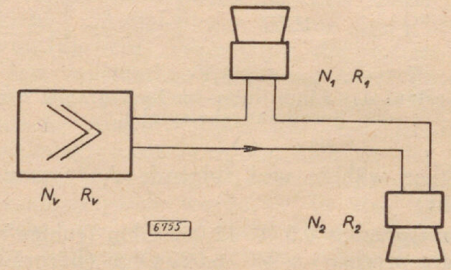


Abb. 6.

pedanz sowohl von Verstärker als auch von allen angeschlossenen Lautsprechern gleich sein muß.

Für Serienschaltung, Abb. 6, gilt analog

$$I^2 = \frac{N_v}{R_v} = \frac{N_1}{R_1} = \frac{N_2}{R_2}.$$

Die beiden letzten Beziehungen lassen sich gut in einem Nomogramm veranschaulichen. Als Regel für den Gebrauch des Nomogramms soll gelten:

1. Ermittlung der benötigten Verstärkerleistung für beliebig viele Lautsprecher als

$$N_v = N_1 + N_2 + N_3 + \dots.$$

2. Aus dem Nomogramm: Aufsuchen des A-Wertes durch Legen einer Fluchtlinie durch den Wert

WIR BITTEN UNSERE GEEHRTEN LESER, ZUR KENNTNIS ZU NEHMEN, DASS ALLE 3 AUSGABEN DES

Schaltbuches

GÄNZLICH VERGRIFFEN SIND

MESSGERÄTE

Philoscop

UNIVERSAL-MESSBRÜCKE Typ GM4140

Die Vollnetz – Wechselstrombrücke mit magischem Auge

R: 0,1Ω – 10 MΩ ; C: 10 pF – 10 µF

L: Vergleichsmessungen möglich.

Verlangen Sie Katalogblatt D 1

PHILIPS

ELECTRO SPECIAL GMBH

BERLIN W 62 · KURFÜRSTENSTRASSE 126

MESSGERÄTE · ELEKTRONENSTRAHLRÖHREN · SPEZIALRÖHREN

N_v und den gegebenen Anpassungswert R_v des Verstärkers.

3. Bestimmen der richtigen Lautsprecheranpassungsimpedanz jedes Lautsprechers durch Legen einer Fluchtlinie aus dem nach 2. gefundenen A-Wert durch die gewünschte Sprechleistung des Lautsprechers. Der Impedanzwert R wird durch die Fluchtlinie ausgeschnitten.

Da die handelsüblichen Verstärker und Lautsprecher fast alle mit mindestens zwei bis acht verschiedenen Anpassungsanschlüssen versehen sind, lassen sich leicht die günstigsten Kombinationen ermitteln.

Der praktische Gebrauch der Fluchtlinientafel geht am besten aus den folgenden Beispielen hervor:

1. In einer kleineren Fabrik soll mit einem 50-W-Verstärker und sechs Lautsprechern eine Anlage aufgebaut werden. Die Lautsprecher werden wie

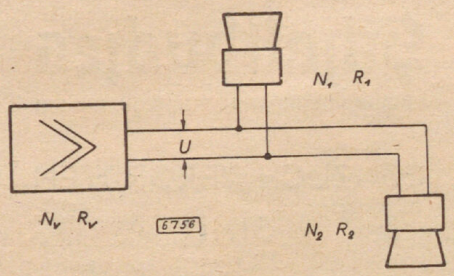


Abb. 7.

folgt verteilt: Drei Richtstrahler zu je 10 W in einem anschließenden großen Versuchsgelände, in der Werkstätte werden zwei Wandlautsprecher mit je 4 W aufgestellt und die etwas ruhigere Werkkantine erhält einen Lautsprecher mit 2 W Sprechleistung. Der Verstärker besitzt die Ausgangsanschlüsse von 50, 200, 500 Ohm, während die drei

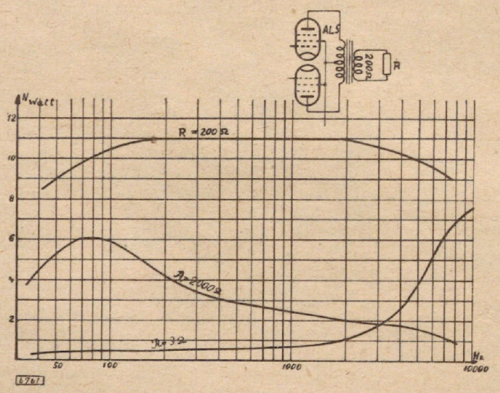


Abb. 8.

Frequenzgang bei verschiedenen Anpassungswiderständen: Günstige Anpassung und grobe Über-, bzw. Unteranpassung.

Richtstrahler je auf 200 Ohm und die übrigen Lautsprecher auf 200, 500, 1000, 4000 Ohm angepaßt sind. Bei dieser Anlage wird eine Verstärkerleistung von insgesamt 40 W benötigt. Man bestimmt sich nun den A-Wert aus dem Nomogramm, und zwar für die drei verschiedenen Ausgangsanschlüsse des Verstärkers. Für jeden Lautsprecher wird nun durch den als günstig befundenen A-Wert und seine Sprechleistung eine Fluchtlinie gelegt und die benötigte Anpassungsimpedenz aus der R-Skala abgelesen. Man erhält so die Werte für die richtige Anpassung zu:

Verstärker	40 W	50 Ohm	
3 Lautsprecher	10 W	200 Ohm	(Richtstrahler)
2 Lautsprecher	4 W	500 Ohm	(Werkstätte)
1 Lautsprecher	2 W	1000 Ohm	(Kantine)

2. In einem Bürohaus sollen alle Räume mit Lautsprechern ausgerüstet werden. Und zwar erhalten sechs ruhige Räume Lautsprecher mit 0,5 W, fünf weitere Räume Lautsprecher mit 1 W und auf den Gängen sowie im Gefolgschaftsraum werden vier Lautsprecher mit je 2 W Sprechleistung montiert.

Die Anlage benötigt daher eine Gesamtsprechleistung von 16 W. Man wird also einen 20-W-

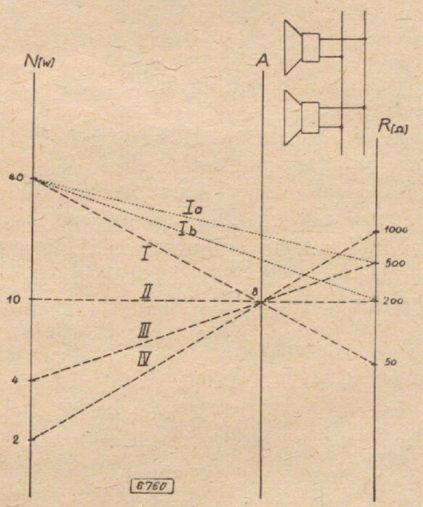


Abb. 9.

Verlauf der Fluchtlinien im Nomogramm bei Berechnungsbeispiel 1.

Verstärker wählen und folgende Anpassung vornehmen:

6 Lautsprecher	0,5 W	12.000 Ohm	(ruhige Büros)
5 Lautsprecher	1 W	6.000 Ohm	(Büroräume)
4 Lautsprecher	2 W	3.000 Ohm	(Gänge u. Gefolgschaftsraum)
Verstärker	16 W	375 Ohm	

Da eine Überanpassung von maximal 30% zulässig ist, können wir die Anlage ruhig an die gegebenen 300-Ohm-Klemmen des Verstärkers anschließen.

Über Serienschaltung braucht wegen deren seltenen Verwendung und Einfachheit wohl nichts weiter gesagt zu werden.

Das Nomogramm erscheint im nächsten Heft.

Schrifttum:

E. Rickmann und H. Heyda: Elektroakustisches Taschenbuch, 2. Aufl., VDI-Verlag, Berlin.
Firmendruckschriften.

100 Jahre Energiegesetz.

Es sind in diesem Jahre zehn Jahrzehnte verflossen, seitdem der deutsche Arzt Robert Mayer das Gesetz von der Erhaltung der Energie zum erstenmal aussprach, begründete und seine Bedeutung für sämtliche Zweige der Naturwissenschaft sowie die angewandte Technik nachwies.

100 Jahre! Viele Theorien und Hypothesen wurden im Laufe dieser 100 Jahre aufgestellt, viele sind längst überholt und wieder verschwunden. Doch das Gesetz von der Erhaltung der Energie, oftmals angefochten, blieb bestehen, immer von neuem bestätigt; ja es hat im Laufe der Zeit an Bedeutung gewonnen und ist heute ein Fundamentalgesetz der Physik.

Damals aber, zur Zeit seiner Entdeckung, war die Lage anders.

Robert Mayer, geboren am 25. November 1814 in Heilbronn am Neckar und dort auch gestorben am 20. März 1878, war der Sohn eines Apothekers und studierte Medizin. Als junger holländischer Schiffsarzt fuhr er 1840 nach Java. Eine eigenartige Beobachtung führte ihn zur Entdeckung des Energiegesetzes. Bei einem Aderlaß stellte er fest, daß das Blut der Venen viel heller floß als sonst und erkannte sofort, daß die Ursache hierfür die geringere Oxydation des Blutes in der heißen Zone war. Mit genialer Intuition erkannte Mayer sofort die ungeheure Weite und Bedeutung seiner Entdeckung. Nun hatte der Beruf eines Tropenarztes für ihn keine Zugkraft mehr. Er kehrte sofort in die Heimat zurück und widmete sich hier mit echt deutscher Gründlichkeit ausschließlich der Erforschung seiner Entdeckung. So klar uns heute seine Begründung des Gesetzes erscheint, damals stieß er nur auf Widerstände. Seine erste wissenschaftliche Arbeit wird abgelehnt. Erst später erschien in Liebigs „Annalen der Chemie und Pharmazie" eine ausführliche Abhandlung, der weitere folgten. Die fast vollständige Ablehnung seiner Entdeckung durch die Physiker der damaligen Zeit sowie zahlreiche Angriffe gegen das erste Recht seiner Entdeckung, dazu noch Unglück in der Familie, brachten Mayer dem Wahnsinn nahe. Nach einem Selbstmordversuch wurde er in eine Heilanstalt gebracht, wo er so manche Demütigung erdulden mußte. Endlich geheilt, zog er sich nach Heilbronn zurück und nahm hier seine Tätigkeit als Arzt wieder auf. Doch im Verlaufe der Zeit begann man allmählich die Größe seiner Entdeckung zu begreifen. Im Jahre 1869 hielt Mayer auf der Naturforscherversammlung in Innsbruck einen Vortrag „über notwendige Konsequenzen und Inkonsequenzen der Wärmemechanik". Mayer erfuhr hier die große Genugtuung, daß kein geringerer als sein großer Gegner Halmholtz nun bekannte, Mayer habe als erster das Gesetz von der Erhaltung der Energie rein und klar ausgesprochen und es gewagt, seine absolute Gültigkeit zu behaupten. Von nun verlief sein Leben ruhig.

Robert Mayer hat nicht nur intuitiv das Gesetz von der Erhaltung der Energie erfaßt, sondern es auch wissenschaftlich richtig formuliert und begründet sowie seine überragende Bedeutung erkannt; von ihm stammt auch die erste Berechnung des Wärmeäquivalents.

Die Größe seiner Entdeckung wird am besten dadurch betont, daß man ihn den Galilei des 19. Jahrhunderts nannte. Von Robert Mayer selbst aber stammt der Ausspruch: „Wahrlich ich sage Euch, eine einzige Zahl hat mehr wahren und bleibenden Wert als eine kostbare Bibliothek von Hypothesen."

Der gesamte Fortschritt der Technik beruht auf der Kenntnis der Naturkräfte. Erst die Entdekkung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie legte den festen Grund zur Konstruktion von Kraftmaschinen der verschiedensten Art; denn nun erst war es möglich, den Wirkungsgrad der Kraftmaschinen zu bestimmen, bzw. diesen Begriff erst richtig zu verstehen.

So ist der Deutsche Robert Mayer nicht nur ein großer Physiker und Entdecker, sondern auch der Schöpfer der Grundlagen, nach denen der Bau von Kraftmaschinen erfolgen kann und eine großzügige moderne Energieversorgung erst möglich ist.

Welche Form der Energie man auch immer betrachtet, die mechanische oder elektrische Energie, die Strahlungs- oder Wärmeenergie oder das ungeheure Kräftespiel im Weltall — überall hat sich die Entdeckung Mayers als richtig erwiesen.

Tagung der Hauptstellenleiter Rundfunk der Gaue Weser-Ems und Westfalen-Nord.

Ansprachen von Pg. A. F. Staats.

Mittler zwischen Sender und Hörer zu sein, das ist die Hauptaufgabe der Rundfunkorganisation der NSDAP. Es ist selbstverständlich, daß die Partei diese Aufgabe während des Krieges nur mit äußerster Anspannung erfüllen kann. Die regelmäßigen Zusammenkünfte der Gaurundfunkarbeitsringe, die unter Führung der Gauhauptstelle Rundfunk der NSDAP. stehen, geben in erster Linie die Ausrichtung der Rundfunkarbeit der Partei, darüber hinaus finden aber auch von Zeit zu Zeit in den Gauen besondere Rundfunktagungen statt, an denen neben den Mitgliedern der Arbeitsringe auch alle Kreishauptstellenleiter Rundfunk teilnehmen. Auf derartigen Tagungen des Gaues Weser-Ems in Bremen und des Gaues Westfalen-Nord in Mettingen, die in den letzten Wochen abgehalten wurden, sprach der Leiter des Hauptamtes Rundfunk in der Reichs-

MINERVA Radio

Helft Waldbrände verhüten!

propagandaleitung der NSDAP., Pg. A. F. Staats.

Pg. Staats ging in seinen Referaten von dem Werden der Rundfunkorganisation der Partei aus, deren Kampf um den Rundfunk vor 1933 sich nach der Machtergreifung in einen ebenso aktiven Kampf für den Rundfunk gewandelt habe. Die großen Erfolge des deutschen Rundfunks nach 1933, die sich in dem Rekordanwachsen der Zahl der Rundfunkteilnehmer — 1933: 4 Millionen, 1942: 15 Millionen Teilnehmer —, der Schaffung billiger und guter Empfangsgeräte — Volksempfänger und Deutscher Kleinempfänger —, der Heranführung weiter Volkskreise an eine aktive Programmbeteiligung usw. jedem Volksgenossen zeigen, sind letztlich nur auf die dauernde Propaganda der Partei und ihrer Rundfunkorganisation zurückzuführen.

Im Rahmen der aktiven Programmbeteiligung nimmt die regelmäßige Programmbeobachtung einen besonderen Platz ein, werden doch durch sie alle berechtigten Programmwünsche der Hörer an die Rundfunkprogrammgestalter herangetragen. Klare Erfolge dieser Arbeit sind u. a. die Wiedereinführung der Hausfrauensendungen und die von unzähligen ländlichen Hörern gewünschte Verlegung der Landfunksendezeiten in die Mittagsstunden, der erfahrungsgemäß besten Abhörzeit für die Landbevölkerung. Einer der stärksten Beweise für die Wirksamkeit der Rundfunkarbeit der Partei aus den letzten Tagen ist die Wiedereinführung der Schloßkonzerte aus Hannover und der Bremer Rathauskonzerte, die seit Beginn dieses Kriegs aus dem Programm herausgenommen waren. Gerade auf der Bremer Tagung konnte Pg. Staats hierauf verweisen, fand doch diese Tagung im Anschluß an die erste Übertragung des wiedererstandenen Rathauskonzertes statt. Die Rundfunkführung will mit diesen Konzerten auch der luftgefährdeten Bevölkerung Nordwestdeutschlands zeigen, daß mit Unterstützung der Partei von Reichs wegen alles getan wird, um den gefährdeten Gauen unseres Vaterlandes jede Unterstützung zu geben.

Neben der Mittlerstellung zwischen Hörer und Sender muß der Hauptstellenleiter Rundfunk den Volksgenossen aber auch über alle Fragen des Rundfunkmarktes aufklären können. Die Geräte- und Röhrenfertigung geht nach wie vor weiter, nur ist der Absatz auf dem zivilen Inlandsmarkt beschränkt. Bei Gerätezuteilungen werden z. B. die luftgefährdeten Gaue in erster Linie berücksichtigt. Wichtiger als die Fertigung neuer Geräte ist aber heute die Frage der Instandsetzung alter Geräte geworden. Hier haben sich die Gemeinschaftswerkstätten des Rundfunkhandwerks und des Rundfunkeinzelhandels, die in allen Gauen gebildet sind, aufs beste bewährt und tragen entscheidend dazu bei, die Verknappung der Zahl der Rundfunkinstandsetzer auszugleichen.

Die Dr.-Goebbels-Rundfunkspende verteilt auch während des Krieges im Auftrage des Reichspropagandaleiters an minderbemittelte und würdige Volksgenossen kostenlos Rundfunkempfangsgeräte. Besonders bedacht werden dabei die Hinterbliebenen Gefallener und aus dem Heeresdienst ausgeschiedene Schwerkriegsbeschädigte, an die z. B. am Geburtstag des Führers in diesem Jahr allein 5000 Empfänger verteilt wurden. An Volksgenossen, Lazarette, einzelne Soldaten usw. wurden mehr als 119.000 Geräte gegeben. Schließlich ist die Partei auch an der Gestaltung des Kameradschaftsdienstes des Großdeutschen Rundfunks beteiligt, der bekanntlich nur solche Meldungen an Soldaten ausstrahlt, die von der zuständigen Ortsgruppe der NSDAP. geprüft sind und ihm über das Hauptamt Rundfunk zugeleitet werden.

Der Aufgabenkreis des Hauptstellenleiters Rundfunk hat sich während des Krieges noch nach vielen Richtungen ungeahnt erweitert. Alles richtig erledigen kann der einzelne Amtsträger aber nur, wenn er über die wichtigsten Dinge von Zeit zu Zeit eine Aufklärung größeren Umfanges erhält. Die Volksnähe und die Wirksamkeit unseres Rundfunks wird immer durch die Tätigkeit der Rundfunkorganisation der Partei sichergestellt werden, deren Aufgaben überall vertrauensvoll von der Bevölkerung unterstützt wird und zu der unsere Rundfunkhörer alle ihre Sorgen und Wünsche bringen.

Radio

gebe Markensuper, 6 Röhren, neu, RM. 290,—. **Suche Contax** oder **elektr. Kühlschrank** (Aufzahlung). Angebote an: **Ludwig Müller**, München, Briennerstraße 34/0.

Stromeersparnis hilft zum Sieg!

Schriftleitung, Laboratorium und Verwaltung: Wien VI/56, Mariahilfer Straße 71, Ruf B-24-2-44 / Papier: Neusiedler A. G. Klischees: Patzelt & Co. / Scheckkonti: Wien Nr. 11.079, Berlin Nr. 122.018, Prag Nr. 77.510, Budapest Nr. 59.137, Zagreb Nr. 40.719, Warschau Nr. 193.505, Zürich Nr. VIII, 20.336 / Bezugspreise: Ganzjährlich RM. 9,50, halbjährlich RM. 5,—, vierteljährlich RM. 2,70. Abonnements durch den Verlag und bei jedem Postamt des In- und Auslandes.

Herausgeber, Eigentümer, Verleger und für den gesamten Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. Fritz Niedermayr. Wien VI/56, Mariahilfer Straße 71 — Druck: „Elbemühl", Wien, IX., Berggasse 31.

Valdemar Poulsen †.

Der bekannte dänische Erfinder und Pionier auf dem Gebiete des Radiowesens ist am 23. Juli 1942 in Kopenhagen gestorben. Valdemar Poulsen wurde am 23. November 1869 in Kopenhagen geboren, wo er auch studierte. Er trat hierauf in die Kopenhagener Telephongesellschaft ein, deren Versuchslaboratorium er längere Zeit hindurch leitete. Poulsen hat sich durch die Erfindung des Lichtbogensenders unvergängliches Verdienst erworben. Er ging hierbei von den Arbeiten des Göttinger Professors Simon und des Iren Duddell aus, die gezeigt hatten, daß man mit dem Lichtbogen elektrische Schwingungen erzeugen kann. Poulsen hat diese Erkenntnis als erster praktisch ausgebaut und die für die drahtlose Telegraphie erforderlichen schnellen Schwingungen erzeugt. Er benutzte hierbei die schon damals bekannte Tatsache, daß die Schwingungen eines Lichtbogens um so höhere Frequenz erhalten, je kürzer der Lichtbogen ist und je besser seine positive Elektrode gekühlt ist. Poulsen verwendete daher als positive Lichtbogenelektrode einen hohlen Kupferzylinder, den er mit fließendem Wasser kühlte. Überdies erzeugte er den Lichtbogen in einer Atmosphäre von Wasserstoff oder Leuchtgas, was das Einsetzen der Schwingungen ebenfalls erleichterte; gleichzeitig wird die Kupferelektrode durch einen kleinen Elektromotor gedreht, was die Erhaltung eines gleichförmigen Lichtbogens erleichtert. Das rechtzeitige Abreißen des Lichtbogens besorgt ein magnetisches Gebläse. Nach diesem System, das völlig ungedämpfte Schwingungen liefert, wurden viele, darunter sehr starke Sender gebaut, von denen zahlreiche lange in Betrieb waren.

Eine weitere Erfindung Poulsens war der sogenannte Ticker. Bekanntlich entstehen beim Empfang ungedämpfter Wellen bedeutende Schwierigkeiten, wenn diese nicht irgendwie moduliert sind. Da nun der Lichtbogensender ungedämpfte Wellen liefert, mußte Poulsen die Empfangsmöglichkeit seiner Lichtbogenwellen mit normalen Empfängern durchsetzen. Er erreichte dies dadurch, daß er mittels eines kleinen, schnell schwingenden Unterbrechers die Schwingungen des Empfängers regelmäßig unterbrechen ließ. Die verbleibenden Erregungszustände ergaben zusammengesetzte Stromstöße, die im Telephon einen hörbaren Ton erzeugten. Heute ist diese Erfindung längst durch das Überlagerungsverfahren mit der Audionröhre überholt, spielte aber seinerzeit eine bedeutende Rolle.

Der jüngeren Generation ist der Name Poulsen wohl weniger geläufig, trotzdem soll dieser Pionier der Radiotechnik nicht vergessen werden, denn im Anfangsstadium der drahtlosen Telegraphie waren seine Erfindungen richtunggebend. Poulsen fand auch damals entsprechende Anerkennung. So wurde er unter anderem im Jahre 1909 zum Ehrendoktor der Universität Leipzig ernannt. Inzwischen ist allerdings die Entwicklung der Radiotechnik längst über ihn hinweggegangen. Der wissenschaftliche und technische Fortschritt gleicht eben einer Pyramide, deren Aufbau nicht möglich ist ohne die grundlegende Arbeit vorhergehender Generationen.

BUCHBESPRECHUNGEN

Dramaturgie des Rundfunks. Von Dr. E. Kurt Fischer. Band 4. Aus der Sammlung: Studien zum Weltrundfunk und Fernsehrundfunk, herausgegeben von Doktor Kurt Wagenführ. 188 Seiten, 1942, Kurt Vowinckel Verlag, Heidelberg-Berlin-Magdeburg. Preis broschiert RM. 4,50.

Wer dieses Buch zur Hand nimmt und darin vorerst nur oberflächlich blättert, wird rasch von dessen gediegenem Inhalt gefesselt. Es ist im Rahmen einer kurzen Buchbesprechung völlig unmöglich, die Fülle des Gebotenen auch nur andeutend zu behandeln; man fühlt sich mehr wie einmal verleitet, nicht nur einzelne Sätze, sondern ganze Absätze daraus wörtlich zu zitieren.

Der Verfasser des Buches war Schriftsteller, Theaterkritiker und Bühnenautor, ehe er vor weit mehr als zehn Jahren zum Rundfunk kam. Hier war er an verschiedenen deutschen Sendern Dramarturg, Spiel- und Sendeleiter; er ging aber nicht nur in der praktischen Arbeit auf, sondern betätigte sich auch auf theoretischem Gebiete, indem er verschiedene Probleme und Fragen des Rundfunks systematisch untersuchte. Diese Vorstudien und seine große praktische Erfahrung ließen ihn berufen erscheinen, dieses vorzügliche Buch zu schreiben.

Unter Dramaturgie versteht man die Lehre vom Wesen der Schauspieldichtung und -darstellung. Die Dramaturgie des Rundfunks erschöpft sich aber nicht bloß in der künstlerischen Gestaltung des Hörspiels, sondern sie umfaßt die Gestaltung des gesamten Rundfunkprogramms mit seinen zahlreichen Darbietungsformen, sie ist allgemein eine Formenlehre des Rundfunks.

Darum behandelt das Buch nach einigen einleitenden Kapiteln auch die Ansage, den Vortrag, die Plauderei, die Lesung, die Buchbesprechung, das Gespräch, die Hörfolge, den bunten Abend, das Hörspiel, das Hörwerk, das Musikprogramm, die Dramaturgie der Wirklichkeit, den Bericht usw.

Aus dieser kurzen Inhaltsangabe allein kann man schon entnehmen, wie umfangreich und vielseitig die in diesem Buche behandelten Fragen sind. Dabei versteht es der Verfasser mit klarer Sprache und wohldurchdachter plastischer Ausdrucksweise, das, was er sagen will, auch dem Laien vollkommen deutlich und verständlich zu machen. Er untersucht zuerst die Eigenart und die besonderen Erfordernisse einer bestimmten Form der Rundfunkdarbietung, wie z. B. den bunten Abend oder das Hörspiel, um daran anschließend die praktische Durchführung zu erläutern. Dabei bleiben keine Unklarheiten und fragwürdige oder unverständliche Reste des besprochenen Gebietes zurück.

Der Techniker hat den Rundfunk geschaffen; ihm haften auch heute noch bestimmte Mängel an, mit denen sich jede Sendeleitung abfinden muß; es sind dies Schwierigkeiten, die oft schwerwiegender Natur sind. Dem Techniker ist daher zu empfehlen, dieses Buch zu lesen und dadurch einmal den Rundfunk sozusagen „von der anderen Seite her" sehen zu können. Er wird zur Erkenntnis kommen, daß manche Schwierigkeit, die sich der Sendung bietet, auf technischem Wege wenn nicht zu lösen, so doch zu mildern ist.

Der im Verhältnis zur Fülle und zur Gediegenheit des Inhalts billige Preis sollte insbesondere für den Nachwuchs ein weiterer Anlaß sein, sich mit diesem Buche zu befassen.

Daimer.

RADIO-AMATEUR, MONATSSCHRIFT FÜR RADIO, TONFILM UND FERNSEHEN